

Estudi de l'impacte ambiental i socioambiental al camp de dunes de Cumbe, afectat pel Parc Eòlic Aracati

(Cearà, Brasil)

Projecte de Ciències Ambientals, 2011-2012



Autors:

Montón Carrera, Laia
Morera Ivern, Mariona
Pla Pascual, Carla

Tutor: Rossi Heras, Sergio



Agraïments

Aquest projecte no hagués estat possible sense el suport incondicional de tantes persones que ens han acompanyat i assessorat durant aquests mesos de treball i aventura.

A Martí Boada, per ajudar-nos i assessorar-nos a l'hora de realitzar el projecte final de carrera a l'estranger.

A Sergio Rossi, com a tutor del projecte, perquè sense ell no s'hagués fet realitat aquesta experiència. Per ajudar-nos en l'elaboració de la memòria, dedicar-nos el seu temps i per motivar-nos a seguir el nostre aprenentatge en el camp de la investigació.

A Luciana Queiroz, per facilitar-nos l'arribada a Brasil proporcionant-nos contactes. Per l'ajuda en la definició del nostre projecte tot i la distància.

A Jeovah Meireles, el nostre tutor a Brasil, per la seva dedicació incondicional. Per les infinites reunions al seu despatx oferint-nos els seus coneixements i guiant-nos en la definició dels nostres objectius. Per presentar-nos els seus becaris del Labocart i per ajudar-nos a dinamitzar la burocràcia brasilera.

A Marcelio, becari en el laboratori Labocart, per ajudar-nos en tot el que estava a les seves mans. Per oferir-nos coneixements i assessorament en *Sistemes d'Informació Geogràfica*, facilitar-nos l'accés a dades i mapes i ajudar-nos a definir les línies d'actuació del nostre projecte. Per la paciència a l'hora de comunicar-nos, per ensenyar-nos portuguès, i per donar-nos l'oportunitat de conèixer persones increïbles.

A Filipe, becari en el laboratori Labocart, per col·laborar en la realització d'alguns mapes i per oferir-nos ajuda incondicional en tot moment.

A Alaitz Zabala, per l'infinit suport que ens va oferir en l'elaboració dels mapes.

A Vieira, tècnic de Bons Ventos, per facilitar-nos el contacte amb l'empresa i guiar-nos per les instal·lacions del parc eòlic.

A Deborah, tècnica de medi ambient de Bons Ventos, per oferir-nos totes les informacions i mapes que estaven a la seva disposició.

Als amics de la *Universitat Federal do Ceará*, per l'acolliment i la dedicació, perquè amb ells ens sentíem com si estiguéssim a casa. Per obrir-nos les portes a les seves vides i a les seves tradicions.

A Cacau, per brindar-nos la oportunitat de poder conèixer racons de Brasil. Pels moments i les experiències viscudes amb ell. Per ajudar-nos a reforçar el nostre interès en l'àrea de la geografia. Pel seu suport, força i positivisme.

A Tiago, per la rebuda i atenció que ens va oferir desinteressadament. Per ser el nostre traductor oficial i ensenyar-nos la seva ciutat. Perquè gràcies a ell ens vam estalviar moltes dificultats.

Als *moradores do Cumbe*, per obrir-nos les portes de casa seva i oferir-nos tot el que tenien sense demanar res a canvi. Per ensenyar-nos una altre forma de vida i demostrar-nos quins són els valors més importants.

A Edite i la seva família, per compartir el dia a dia, per ajudar-nos en tot moment fent més fàcils les dificultats. Gràcies per fer-nos sentir casa vostra com casa nostra.

A João, líder de la comunitat, que tot i no haver estat present durant la nostra estància, hem pogut tenir l'oportunitat d'escoltar les seves idees i experiències relacionades amb la comunitat. Gràcies per oferir-nos tots els teus coneixements i ajudar-nos a entendre el conflicte una mica millor.

A Correia, pel seu interès i ajuda en el nostre projecte. Per mimar-nos i fer-nos sentir com a casa.

Als nostres amics de Cumbe, per ensenyar-nos a viure. Als de la *Barraca Por do Sol*, Leo, Siron i Laesio, per acollir-nos dia rere dia entre aigües de coco, ostres, cerveses i riures. A Neto, per oferir-nos l'oportunitat de conèixer una mica més aquell petit paradís. A Priscila, Estafani i Victor, els nostres professors de ball, gràcies per les hores invertides. A la família del Sitio, pel seu acolliment i generositat. A Suzi, la gossa de la família, per acompanyar-nos a tot arreu i ser la nostre guardiana.

Als nostres amics amb els que hem compartit els ideals que ens han fet arribar fins aquí. Gràcies per donar-nos forces i valentia.

A les nostres famílies, per deixar-nos volar i suportar la distància amb un somriure a la cara.

I sobretot, a cada una de nosaltres, per fer d'això una experiència inoblidable, per superar els obstacles, per complementar-nos i per enriquir-nos.

I finalment a Brasil, pel seu paisatge i naturalesa incomparables que ens han contagiats per sempre.

Per vosaltres tot això i molt més!

ÍNDEX GENERAL

1. INTRODUCCIÓ	10
2. ANTECEDENTS	11
2.1. Aspectes generals de l'energia eòlica	11
2.1.1. Impactes ambientals generats pels parcs eòlics	11
2.1.2. Beneficis de l'energia eòlica	11
2.2. Situació de l'energia eòlica al món	12
2.2.1. Breu història de l'energia eòlica	12
2.2.2. Situació actual de l'energia eòlica	13
2.3. Sector energètic Bràsil	15
2.3.1. Estat actual de l'energia eòlica a Bràsil	16
2.3.1.1. Potencial eòlic bràsil	18
2.3.1.2. Dificultats en la instal·lació de nous parcs eòlics	19
2.3.1.3. Desafiaments sectorials	20
2.3.1.4. Distribució de l'energia eòlica per Estats	21
2.4. Situació de l'energia eòlica a l'estat de Ceará	22
2.4.1. Avantatges i inconvenients de l'energia eòlica a Ceará	24
2.5. Camps de dunes	24
2.5.1. Característiques dels camps de dunes	25
2.5.1.1. Morfologia	25
2.5.1.2. Dinàmica dunar	28
2.5.1.3. Vegetació	29
2.5.1.4. Sistema hidrogeològic	29
2.5.1.5. Serveis ecosistèmics	30
2.6. Conflicte socioambiental dels parcs eòlics al litoral de Ceará	31
2.6.1. Impactes ambientals en camps de dunes	32
2.6.2. Impactes en els serveis ecosistèmics	35
2.6.3. Conflicte social: impactes sobre les comunitats tradicionals	36
2.7. Marc legal	37
3. SITUACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI	41
3.1. Geografia	41
3.2. Geomorfologia	42
3.3. Integració entre els fluxos litorals	44
3.4. Geologia	46
3.5. Clima	47
3.6. Flora i fauna	49
3.7. Hidrologia	50
3.7.1. Recursos hídrics superficials	50
3.7.2. Recursos hídrics subterranis	50
3.8. Comunitat de Cumbe	53
3.8.1. Història de Cumbe	54
3.8.2. Demografia i activitat econòmica	56
3.9. Parc Eòlic Aracati	57
3.9.1. Característiques del Parc Eòlic Aracati	57
3.9.2. Descripció dels impactes ambientals	59
3.9.3. Conflictes socio-ambientals	62
4. JUSTIFICACIÓ	66
5. OBJECTIU	67

5.1. General	67
5.2. Específic	67
6. METODOLOGIA	68
6.1. Estudi ambiental: Anàlisi de la dinàmica dunar	68
6.1.1. Revisió bibliogràfica	68
6.1.2. Treball de camp i avaluació de dades	68
6.1.2.1. <i>Anàlisi de l'evolució de l'àrea total</i>	71
6.1.2.2. <i>Anàlisi de la dinàmica dunar en el límit</i>	74
6.1.2.3. <i>Anàlisi de la velocitat de les dunes mòbils</i>	74
6.1.2.4. <i>Anàlisi de les conseqüències de la fixació artificial</i>	77
6.1.3. Limitacions	79
6.2. Estudi socioambiental: Anàlisi dels serveis ecosistèmics	79
6.2.1. Identificació dels serveis ecosistèmics: Free listing	80
6.2.2. Impactes als serveis ecosistèmics: Grups focals	80
6.2.3. Comparació segons les fonts d'identificació	81
6.2.4. Limitacions	82
7. RESULTATS I DISCUSSIÓ	83
7.1. Estudi ambiental: Anàlisi de la dinàmica dunar	83
7.1.1. Anàlisi de l'evolució de l'àrea total	84
7.1.2. Anàlisi de la dinàmica dunar en el límit	86
7.1.3. Anàlisi de la velocitat de les dunes mòbils	87
7.1.4. Anàlisi de les conseqüències de la fixació artificial	90
7.1.5. Anàlisi íntegra dels resultats	90
7.2. Estudi socioambiental: Anàlisi dels serveis ecosistèmics	91
7.2.1. Identificació dels serveis ecosistèmics: Free listing	91
7.2.2. Impactes als serveis ecosistèmics: Grups focals	93
7.3. Comparació segons les fonts d'identificació	95
8. CONCLUSIONS	98
9. PROPOSTES DE MILLORA	101
10. PROGRAMACIÓ	107
11. PRESSUPOST	109
12. ACRÒNIMS	110
13. BIBLIOGRAFIA	110
ANNEX I	114
ANNEX II	117
ANNEX III	131
ANNEX IV	134

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Comparació entre la potència eòlica en operació el 31/12/2012 amb la potència eòlica prevista per l'any 2013 a Brasil _____	21
Taula 2. Relació dels parcs eòlics habilitats presents a Cearà _____	23
Taula 3. Imatges satèl·lit utilitzades per l'extracció de dades especials i definició de l'àrea d'estudi _____	71
Taula 4. Relació de les àrees obtingudes per cada any a través de la digitalització del camp de dunes _____	84
Taula 5. Relació de velocitats calculades per diferents anys i per les dunes control i afectades _____	87
Taula 6. Resultats obtinguts del creixement vertical de les dunes fixades _____	90
Taula 7. Anàlisi de la valoració dels serveis ecosistèmics, del camp de dunes per la comunitat de Cumbe, extrets del free-listing _____	92
Taula 8. Resultats obtinguts del dos grups focals _____	94
Taula 9. Serveis ecosistèmics del camp de dunes de Cumbe classificats segons la font utilitzada per ser identificats _____	96

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1. Evolució de la capacitat eòlica mundial en MW _____	14
Figura 2. Distribució per continents del potencial eòlic _____	14
Figura 3. Distribució de l'oferta de l'energia primària _____	15
Figura 4. Distribució de la generació de l'energia elèctrica a Brasil _____	15
Figura 5. Evolució de la potència eòlica instal·lada a Brasil _____	17
Figura 6. Distribució del potencial eòlic per regions _____	18
Figura 7. Comparació de la distribució de la potència eòlica en operació a 31/12/2012 amb la prevista l'any 2013 a Brasil _____	21
Figura 8. Distribució dels parcs eòlics en el litoral de Ceará _____	23
Figura 9. Formació i estructura interna d'una duna fixa _____	26
Figura 10. Formació i estructura interna d'una duna mòbil _____	26
Figura 11. Exemple de classificació de les dunes _____	27
Figura 12. Dinàmica dels camps de dunes _____	28
Figura 13. Eliminació de vegetació de les dunes mòbils per l'obertura d'una via d'accés, Cumbe _____	32
Figura 14. Aixecament del terreny per la construcció _____	33
Figura 15. Exemple de soterrament de llacs interdunars pel pas d'una via d'accés _____	33
Figura 16. Tall en una duna fixa pel pas d'una via d'accés _____	34
Figura 17. Introducció de material argilós a les vies d'accés _____	34
Figura 18. Fixació de dunes mòbils mitjançant vegetació artificial _____	34
Figura 19. Mapa del litoral de Ceará _____	41
Figura 20. Unitats ambientals de la regió del riu Jaguaribe _____	42
Figura 21. Disposició dels principals fluxos de matèria i energia a l'estuari del riu Jaguaribe _____	44
Figura 22. Disposició dels principals fluxos de matèria i energia a l'estuari del riu Jaguaribe _____	46
Figura 23. Esbós geològic de la desembocadura del riu Jaguaribe _____	47
Figura 24. Mitjanes meteorològiques (mitja entre 1974 i 1995, FUNCEME, 1996) _____	49
Figura 25. Localització dels talls geològics de la zona d'estudi _____	51
Figura 26. Perfils dels talls geològics anteriors _____	52
Figura 27. Mapa de resistivitats aparents _____	53
Figura 28. Localització de les unitats que conformen el Parc Eòlic Aracati _____	58
Figura 29. Comparació del paisatge de Canoa Quebrada des de Cumbe _____	60

Figura 30. Comparació del paisatge amb vistes al mar de l'any 2009 i l'any 2012 _____	60
Figura 31. Comparació de la <i>lagoa</i> Pituca l' any 2010 amb l'any 2012 _____	60
Figura 32. Comparació de la duna João l' any 2009 amb l'any 2012 _____	61
Figura 33. Comparació de la duna cementiri l' any 2008 amb l'any 2012 ____	61
Figura 34. Comparació de la <i>lagoa</i> do l' any 2009 amb l'any 2012 _____	61
Figura 35. Comparació del jaciment arqueològic l' any 2008 amb el 2012 __	62
Figura 36. Comparació de la duna <i>tartaruga</i> l' any 2008 amb l'any 2012 ____	62
Figura 37. Pas de camions per la carretera de Cumbe _____	63
Figura 38. Situació de l'àrea d'estudi general _____	69
Figura 39. Situació de l'àrea d'estudi específica _____	70
Figura 40. Fotografia de l'any 2012 de l'àrea d'estudi _____	70
Figura 41. Mapa de composició dels fitxers vectorials corresponents a l'àrea del camp de dunes del any 1988 al 2010 _____	73
Figura 42. Situació de les 9 dunes seleccionades per fer l'anàlisi individual	74
Figura 43. Fotografies de les tres dunes control _____	75
Figura 44. Fotografies de les tres dunes afectades _____	75
Figura 45. Moviment de les dunes control des de l'any 2003 al 2012. _____	76
Figura 46. Moviment de les dunes afectades des de l'any 2003 al 2012. ____	77
Figura 47. Situació de les dunes fixades des de l'any 2010 al 2012 a l'àrea d'estudi. _____	78
Figura 48. Fotografies de les tres dunes fixades _____	78
Figura 49. Extracció dels sediments acumulats en les viés d'accés _____	83
Figura 50. A l'esquerra: duna fixada amb vegetació. A la dreta: cables elèctrics desenterrats _____	83
Figura 51. Contaminació del sòl amb materials de les viés d'accés _____	84
Figura 52. Evolució de la dinàmica dunar des de l'any 1988 al 2011 _____	84
Figura 53. Evolució de l'àrea del sistema dunar _____	86
Figura 54. Evolució de la velocitat d'avançament de les dunes control ____	88
Figura 55. Evolució de la velocitat d'avançament de les dunes afectades ____	89
Figura 56. Comparació dels serveis ecosistèmics identificats pel grup 1 (a favor) i grup 2 (en contra) segons si s'han vist modificats o no. _____	95

1. INTRODUCCIÓ

Des dels últims anys, s'ha experimentat un important creixement mundial de les energies renovables. A països com Brasil, tot i haver començat més tard que d'altres en invertir en aquest tipus d'energia, cal destacar també aquest ràpid desenvolupament de l'energia eòlica.

Cearà, situat al nord-est de Brasil, és un dels estats brasilers amb major potencial eòlic; fins al punt en que representa actualment un 55% del total de la potència eòlica instal·lada a tot el país. Aquesta generació d'energia eòlica es va dur a terme gràcies a la implantació de parcs eòlics que es van situar en camps de dunes del litoral, una proposta molt nova que va començar l'any 1999 al mateix Cearà.

Aquests projectes han portat polèmica per part de científics i habitants de les comunitats pròximes a aquestes zones, ja que els camps de dunes són considerats, per llei, Àrees de Preservació Permanent i, per tant, els seus recursos hídrics, el paisatge, l'estabilitat ecològica, la biodiversitat i el sòl estan teòricament protegits per tal d'assegurar el benestar de les poblacions humanes.

Per altra banda, existeix la problemàtica de que els parcs eòlics instal·lats sobre aquestes àrees causen tant impactes ambientals com socioambientals, degut a que els canvis provocats en el medi impliquen la modificació dels ecosistemes que l'envolten, dels quals depèn la vida quotidiana de les comunitats veïnes. A més, també es poden veure alterats els serveis ecosistèmics que proporcionen els camps de dunes als habitants d'aquestes comunitats tradicionals.

La manca d'estudis multidisciplinars sobre aquestes àrees ha conduït a que l'objectiu d'aquest projecte sigui fer una diagnosi, englobant tant aspectes ambientals com socioambientals, dels impactes causats per un parc eòlic en un camp de dunes, amb la finalitat de demostrar que, tot i ser una energia neta, la implantació de l'energia eòlica a aquestes zones comporta danys irreversibles a escala humana.

Per tal de portar a terme aquest projecte, s'ha escollit com a àrea d'estudi el camp de dunes on es troba instal·lat el Parc Eòlic Aracati, pròxim a la comunitat de Cumbe.

Per assolir els objectius proposats; en primer lloc, ha estat necessari un estudi de l'estat de l'energia eòlica, tant a nivell mundial com a Brasil; en segon lloc, s'han analitzat les característiques dels camps de dunes i els aspectes ambientals i socioambientals de l'àrea d'estudi; i finalment, s'han proposat actuacions per tal de minimitzar els impactes.

2. ANTECEDENTS

2.1. Aspectes generals de l'energia eòlica

L'energia eòlica pertany al conjunt de les energies renovables o també denominades energies alternatives. És una font d'energia que procedeix de l'energia del sol, ja que els canvis en les pressions i en la temperatura a l'atmosfera són els responsables que l'aire es posi en moviment. Els aerogeneradors aprofiten aquest vent per produir energia elèctrica a través del moviment de les seves pales (energia cinètica).

Els parcs eòlics estan formats per un conjunt d'aerogeneradors de gran port utilitzats en sistemes entrelligats a la xarxa elèctrica convencional.

2.1.1. Impactes ambientals generats pels parcs eòlics

En primera instància s'han de considerar els factors ambientals que poden ser impactats. Aquests són: erosió del sòl, alteració del microclima de la regió, col·lisions de l'avifauna amb les turbines, nivells sonors, impacte visual i interferències electromagnètiques.

Per altra banda, els impactes més rellevants que causa una instal·lació d'energia eòlica són:

- **Impacte sobre la flora:** els parcs eòlics poden danyar el sòl de la regió degut a la construcció de les vies d'accés.
- **Impacte sobre la fauna:** els parcs eòlics han de ser instal·lats a zones allunyades dels passos migratoris dels ocells i d'àrees ocupades per espècies en perill d'extinció. Les col·lisions de les aus i els ratpenats amb les turbines són una de les majors preocupacions dels biòlegs.
- **Impacte acústic:** en funcionament, els aerogeneradors provoquen dos tipus de sorolls: el mecànic, ocasionat pel generador i la caixa multiplicadora, i l'aerodinàmic, generat per les aspes en contacte amb l'aire.
- **Impacte visual:** la modificació del paisatge original per la implantació d'un parc eòlic ha de ser cuidadosament estudiada de manera que no generi a la població local una sensació poc estètica.
- **Efectes de l'ombra pel moviment de les aspes:** un estudi previ elimina la possibilitat de causar efectes d'ombra dinàmiques sobre els habitatges de les proximitats dels parcs eòlics.
- **Interferència electromagnètica:** en una instal·lació d'un parc eòlic s'ha de considerar que aquest pot ocasionar perturbacions en els sistemes de comunicació. Les turbines eòliques poden causar interferències electromagnètiques del senyal de les ondes de ràdio i microones degut al gir de les aspes (Santos, 2006).

2.1.2. Beneficis de l'energia eòlica

Per altra banda, l'energia eòlica, al ser una energia neta i renovable proporciona grans avantatges:

- **Modulars:** Es pot augmentar la quantitat de turbines segons el creixement de la demanda.

- **Temps d'instal·lació reduït:** poden ser instal·lats en el període d'un any.
- **Energia neta:** cada kWh generat per l'energia eòlica pot evitar que siguin llençats, a l'atmosfera, gasos d'efecte hivernacle generats per les fonts convencionals com les termoelèctriques.
- **Energia lliure (vent):** és un combustible lliure amb un cost zero per la seva explotació.
- **Recuperació d'energia:** en un any de funcionament d'un aerogenerador es produeix més electricitat del que es va necessitar per la seva construcció.
- **Mínima àrea utilitzada:** en comparació amb altres fonts d'energia, l'eòlica té un percentatge d'ocupació d'àrea menys elevat.
- No presenta **riscos de catàstrofes naturals** (Santos, 2006).

2.2. Situació de l'energia eòlica al món

2.2.1. Breu història de l'energia eòlica

En els últims anys han començat a fer-se evidents els problemes relacionats amb la degradació ambiental relativa a la utilització del medi ambient per sobre de la seva capacitat de regeneració. La naturalesa és tractada com una mercaderia i aquesta té un estoc de recursos finit. Aquest ritme de consum pot comportar a una crisi sense precedents en la història de l'home. Les conseqüències d'aquest estil de vida sobre el medi ambient són innumerables i irreversibles a escala humana. En aquest context de crisi ambiental i canvi global són necessàries solucions per tal d'afrontar aquests problemes. És en aquest punt on les energies renovables juguen un paper molt important com a responsables de minimitzar aquesta degradació ambiental produïda pels éssers humans.

L'aprofitament de l'energia produïda pel vent és una de les formes d'energia més antigues utilitzades per la humanitat. Al llarg de la història, els homes utilitzaven els molins de vent per moldre cereals o bombejar aigua. Amb l'arribada de l'electricitat, a finals del S. XIX, els primers aerogeneradors es van basar amb la forma i el funcionament dels molins de vent. Tot i així, fa relativament poc temps que la generació d'electricitat a partir d'aerogeneradors està jugant un paper important.

Amb la primera crisi del petroli dels anys 70, i sobretot a partir dels moviments contra l'energia nuclear dels anys 80 a Europa, es va començar a despertar l'interès en les energies renovables. Es van buscar nous camins per explorar de forma sostenible els recursos de la terra.

Pel que fa a l'energia eòlica, els aerogeneradors d'aquella època eren massa cars, el que va provocar que la seva evolució anés a un ritme lent. Per aquest motiu, per tal de promoure l'energia eòlica, els governs internacionals van elaborar noves polítiques basades en programes d'investigació y subvencions.

Actualment, el món sencer està buscant solucions en les energies renovables, ja que aquestes poden substituir, almenys en part, als combustibles fòssils.

Aquests, al ser recursos no renovables, arribaran tard o d'hora al seu pic¹ màxim i posterior esgotament. Tot i així, autors com John R. Mc Neill consideren que la fi dels recursos no renovables no és immediata, tal i com expressa en el seu llibre:

“L'esgotament dels combustibles fòssils no és immediat. Les prediccions d'escassetat han resultat falses des de la dècada dels 60. De fet, en el segle XX, les reserves comprovades de carbó, petroli i gas natural han tendit a augmentar més ràpid que la seva producció. Segons les prediccions actuals, hauran de passar vàries dècades fins a que s'acabi el petroli o el gas, i varis segles abans de que falti el carbó. Podem seguir vivint, durant algun temps, del capital geològic acumulat al llarg de milions d'anys – si som capaços de controlar o acceptar la contaminació provocada pels combustibles fòssils”.

En els últims anys, per tant, les energies renovables estan experimentant un extraordinari creixement mundial impulsat per la disminució de costos de generació, una creixent demanda energètica i un interès en reduir els gasos d'efecte hivernacle.

L'any 2010 es va assolir una important fita: va ser el primer any en el qual va haver-hi més capacitat eòlica instal·lada en els mercats emergents que en els tradicionals. Actualment, les previsions indiquen que països com Brasil, Xina, Índia, Mèxic, Marroc, Sud-Àfrica i Turquia, que fa només sis anys no constaven ni en el mapa eòlic mundial, l'any 2030 tindran instal·lada la meitat de la capacitat eòlica mundial (GWEC, 2011). Davant d'aquesta nova transformació, els bancs de desenvolupament nacionals i multilaterals juguen un paper cada vegada més important en l'estimulació de l'energia eòlica en els països en desenvolupament, assolint així nous rècords mundials d'inversió en aquests mercats emergents (Sean Whittaker, 2011). Gràcies a aquestes inversions i a l'augment de l'interès per apostar per energies renovables, s'aconsegueix contribuir a un desenvolupament econòmic sostenible i a una reducció de la pobresa en aquests països.

2.2.2. Situació actual de l'energia eòlica

El poder del vent s'ha convertit en un pilar dels sistemes d'energia en molts països i és reconegut com una fiable i assequible font d'electricitat.

Tal i com s'observa en el gràfic de la figura 1 que descriu l'evolució de la capacitat eòlica mundial, a l'any 2011 el potencial eòlic ha estat de 237 502 MW (The Wind Power, 2012). Actualment el mercat de noves turbines de vent ha arribat a un nou rècord: a l'any 2011 s'han instal·lat 40 053 MW, un 6% més que a l'any 2010. La tendència de creixement a llarg termini és que la capacitat eòlica es dupli cada tres anys (Gsänger, 2012).

¹ **Pic del petroli:** Taxa màxima de producció de petroli a qualsevol àrea considerada, reconeixent que és un recurs natural finit, subjecte al esgotament.



Figura 1. Evolució de la capacitat eòlica mundial en MW.

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de la pàgina web the wind power, 2012.

La indústria eòlica està present a 75 països d'arreu del món, 21 dels quals tenen 1000 MW instal·lats (GWEC, 2011). Tal i com es pot observar en el gràfic de la figura 2, un 76% d'aquests MW instal·lats es troben distribuïts entre Àsia i Europa, seguit per Amèrica del Nord amb un 22%. Oceania i Amèrica del Sud només aporten un 1% i Àfrica només està representada per una part insignificant (0,2%). Però actualment aquesta distribució tendeix a canviar, ja que hi ha dos països d'Amèrica Llatina que mostren una de les majors taxes de creixement: Mèxic, com el més dinàmic del món, ha crescut en un 78,3%, seguit per Brasil, amb una taxa de creixement del 53,7% a l'any 2011 (Gsänger, 2012).

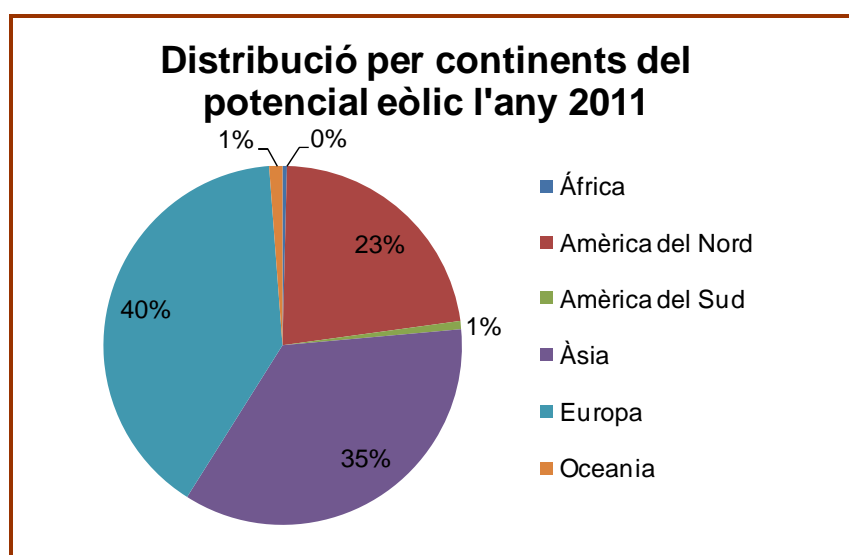


Figura 2. Distribució per continents del potencial eòlic.

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de la pàgina web: *the wind power*.

2.3. Sector energètic Brasiler

La situació energètica al Brasil i la seva distribució en les diferents fonts d'energies, es representen en els gràfics 3 i 4. Segons dades del 2008 del ICEX representades a la figura 3, la generació d'energia elèctrica a Brasil prové majoritàriament de fonts renovables. S'observa que, del total de les energies primàries que s'ofereixen, les renovables ocupen un 46,40%, mentre que la mitjana mundial és del 12,7%.

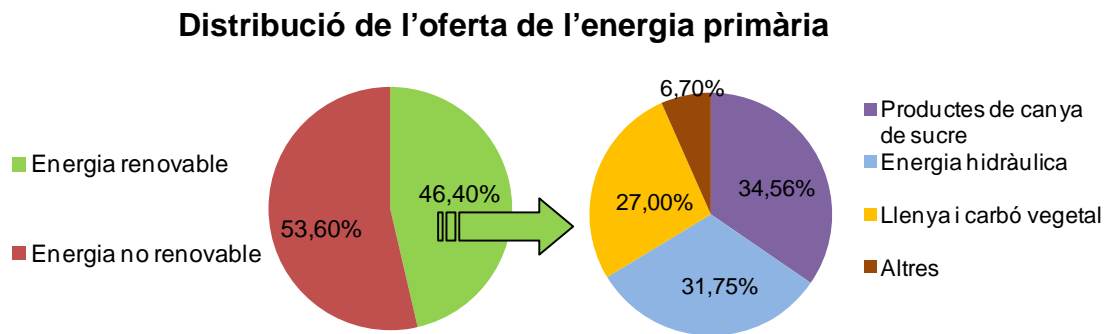


Figura 3. Distribució de l'oferta de l'energia primària.

Font. Elaboració pròpia a partir de ICEX, 2008.

Però en termes de generació d'energia elèctrica, Brasil produeix un 89,80% d'energies netes (figura 4). Aquestes procedeixen majoritàriament de centrals hidràuliques ja que Brasil és un país amb grans recursos hídrics. Aquesta alta aportació de les centrals hidroelèctriques es veu clarament contrastada amb l'energia generada a partir de biomassa i l'energia eòlica, les quals només representen un 4,57% i del 0,11% respectivament (ICEX, 2008).

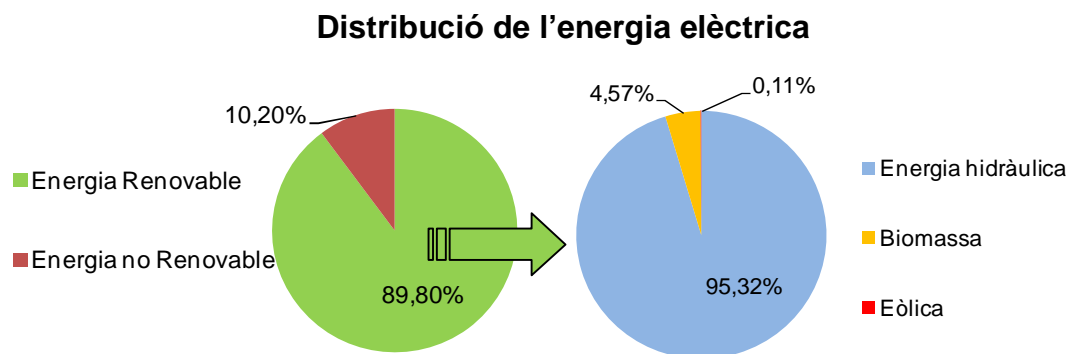


Figura 4. Distribució de la generació de l'energia elèctrica a Brasil.

Font. Elaboració pròpia a partir de ICEX, 2008.

El fet de que més del 95% de l'energia elèctrica brasilera sigui generada per centrals hidroelèctriques, fa que el país sigui dependent del període de pluja, augmentant així el risc de patir una altra apagada elèctrica com la que va ocórrer l'any 2001, quan hi va haver un gran dèficit hidrològic. Per aquest

motiu, les polítiques actuals del govern estan incentivant l'ús d'altres energies renovables per tal de buscar la independència i l'autoabastiment energètic. Així doncs, l'energia eòlica, solar, de biomassa i biocombustibles apareixen com a fonts complementàries i, a mesura que passa el temps, van agafant més força (ICEX, 2008).

El progressiu creixement de les energies renovables ha estat possible en gran part al PROINFA (*Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica*). Aquest programa, iniciat l'any 2002, va posar en funcionament les polítiques públiques encaminades a diferenciar la matriu energètica del país a partir de noves fonts alternatives d'energia.

Al llarg de la implantació del programa PROINFA han sorgit dificultats pràctiques que han compromès el desenvolupament d'alguns projectes així com el retràs de la seva entrada en funcionament. De tots els impediments cal destacar:

- Càrregues burocràtiques per la obtenció o renovació de les llicències ambientals dels projectes.
- Dificultats i retards en l'obtenció de la Declaració d'Utilitat Pública dels projectes (qualificació que facilita les negociacions per obtenir el dret a l'ús dels béns afectats pel projecte, en particular dels terrenys, que molts cops es troben afectats per complexes relacions d'ús).
- Obstacles en la connexió a la xarxa de subministrament, en particular a la regió central.
- Insuficient capacitat de la indústria nacional per atendre la demanda d'aerogeneradors.

Finalment aquest programa va acabar l'any 2011, molt més tard del previst, però amb resultats positius en termes d'impulsar l'energia eòlica ja que la capacitat instal·lada va augmentar significativament durant els seus dos últims anys.

2.3.1. Estat actual de l'energia eòlica a Brasil

El creixement econòmic de Brasil, l'augment de la demanda d'electricitat i el canvi climàtic global i local, són factors que fan que el país cada cop pugui confiar menys en l'energia hidroelèctrica. L'energia eòlica està adoptant actualment un gran pes dins de les fonts energètiques més competitives a Brasil, gràcies a l'existència de grans àrees on es complementen temporades de vent i pluja (GWEC, 2011).

Tot i que la matriu energètica brasilera és una de les que té l'origen més renovable del món, l'energia eòlica és responsable de tant sols el 0.1% (figura 5). Brasil és el vint-i-cinquè país en potència eòlica instal·lada, però a molta diferència de la resta de països com Alemanya, EUA, Espanya, Índia i Xina. Tot i això, l'energia eòlica és una de les fonts d'energia elèctrica que més creix actualment a Brasil i presenta un potencial suficient com perquè creixi fins a 30 GW en tan sols 10 anys. Entre els països en desenvolupament, només la Xina i la Índia competeixen amb Brasil com a país amb un gran potencial eòlic (ICEX, 2008).

Segons dades de l'any 2011, Brasil és el país d'Amèrica del Sud amb més capacitat eòlica instal·lada, acabant l'any amb un total de 1509 MW produïts, tal i com es pot observar en el gràfic de la figura 5. Està previst que al 2016 s'instal·li un total de 7000 MW, fet que atrau a molts fabricants i proveïdors estrangers a establir fàbriques arreu del país. Aquesta competitivitat de la indústria eòlica ha comportat un augment de la confiança en aquest mercat, i actualment s'ha convertit en la segona font d'energia més barata del país després de les hidroelèctriques (GWEC, 2011).

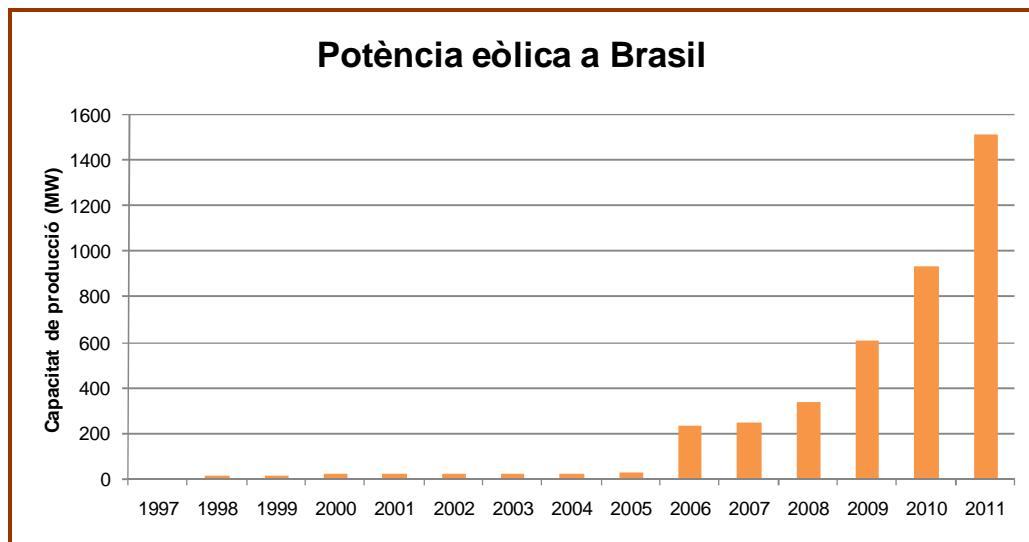


Figura 5. Evolució de la potència eòlica instal·lada a Brasil.

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de la pàgina web: "The Wind Power".

A partir de l'any 1974, amb la crisi del petroli, algunes universitats i institucions d'investigació van iniciar treballs de desenvolupament d'aerogeneradors per instal·lar-los en regions aïllades. Els projectes de major interès es van iniciar el 1976, quan es va detectar un alt potencial eòlic a la regió Nord-est del país. A partir d'aquesta època, es van realitzar vàries iniciatives a escala experimental que van totalitzar en 28,5 MW de capacitat instal·lada a l'any 2002 (ICEX). És en aquest any quant apareix el programa PROINFA per promoure, entre altres fonts alternatives d'energia elèctrica, el desenvolupament de l'energia eòlica. Els resultats d'aquest programa es representen en el gràfic de la figura 5, on es pot observar un alt creixement a partir de l'any 2006. L'any 2011 va tenir lloc un augment de la potència eòlica, que gairebé va triplicar la de l'any 2009. Comparant el gràfic d'evolució del potencial eòlic mundial (figura 1) amb el gràfic d'evolució del potencial eòlic brasiler (figura 5), s'aprecia una clara diferència: mundialment, el creixement de l'energia eòlica va començar a partir de l'any 1997, mentre que a Brasil, aquest augment no es va produir fins a l'any 2006. Aquest fet demostra que el mercat brasiler d'aquesta font d'energia és molt nou, fet que indica que encara s'espera un gran creixement i més eficiència en la gestió.

2.3.1.1. Potencial eòlic brasiler

Segons l'Atles de Potencial Eòlic Brasiler elaborat per la consultora Camargo-Schubert pel Ministeri de Mines i Energia l'any 2001, Brasil té un potencial de 143,5GW. Aquest potencial eòlic és distribuït al llarg de les àrees litorals dels estats de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte i a les Chapadas en el Nord-est; Espírito Santo i les zones elevades de São Paulo en el litoral del sud, així com en el litoral d'Amapá i Pará en el nord i a las zones frontereres amb Paraguai en el Centre-oest. Tot i així, segons el Centre Brasiler d'Energia Eòlica el 90% del potencial està situat al Nord-est, més específicament en els litorals dels estats de Ceará i Rio Grande do Norte, sent el sud la següent regió amb més potencial.

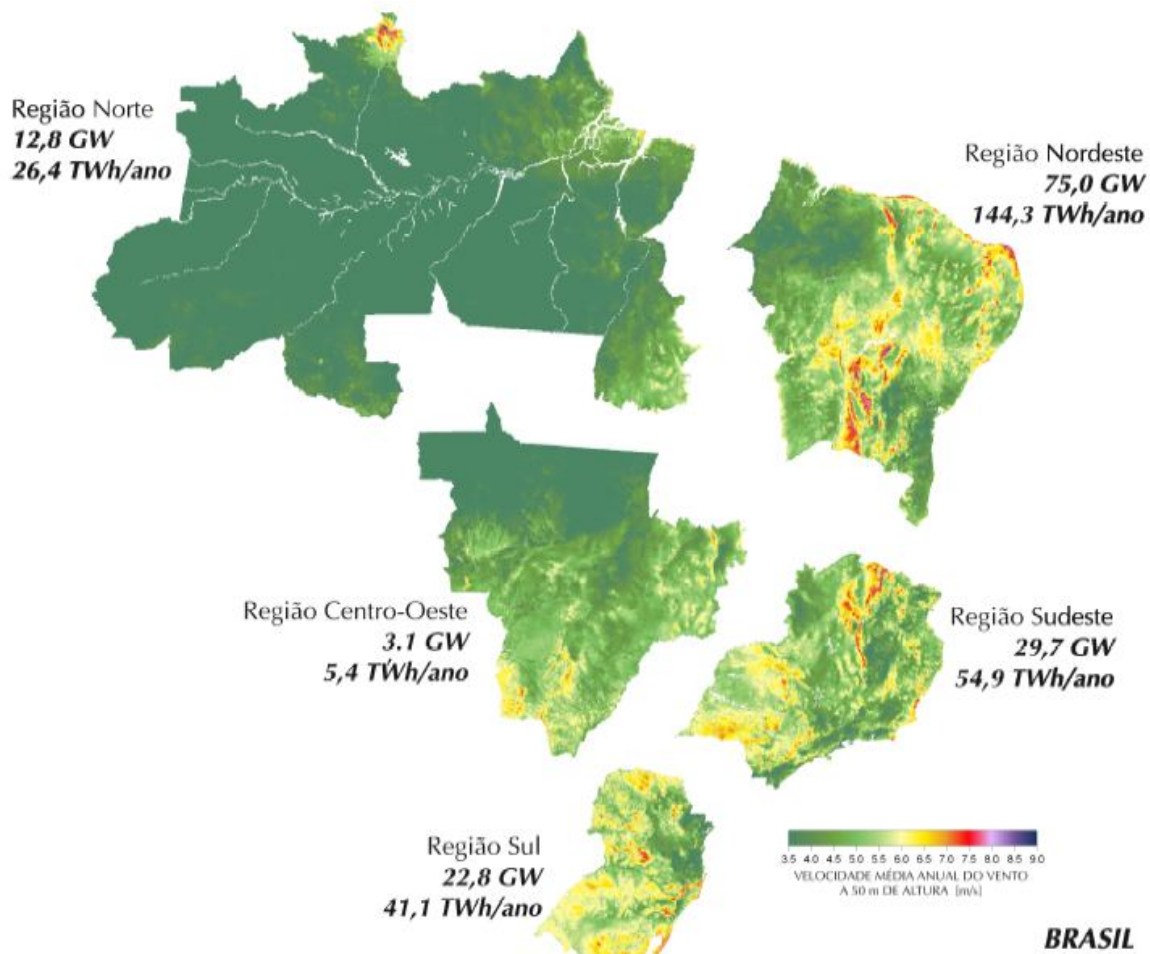


Figura 6. Distribució del potencial eòlic per regions.

Font. Atlas de Potencial Eòlic Brasiler. 2001.

Els vents que arriben a la costa brasilera, marins i alisis són de gran qualitat ja que són vents constants i de bon comportament, mentre que els vents europeus i americans es caracteritzen per presentar turbulències i ciclons. En determinades àrees del país, com és el cas de la regió Nord-est, el factor de

capacitat² arriba al 55%, contrastant així amb la mitjana europea que és del 30% (Camargo-Schubert, 2001).

A més, en el cas del Nord-est, com ja s'ha comentat anteriorment, s'ha estudiat que existeix una complementarietat entre els vents i els recursos hídrics, ja que els vents són més potents en època seca. D'aquesta manera, els parcs eòlics permetrien no dependre tant com fins ara de les hidroelèctriques i evitar una altra crisi energètica.

2.3.1.2. Dificultats en la instal·lació de nous parcs eòlics

Tot i que Brasil compta amb corrents de vent d'alta qualitat i amb un potencial de generació de 200 000 MW, el potencial del país no ha estat explotat encara. Segons l'Institut Espanyol de Comerç Exterior (ICEX, 2008) els motius pels quals es troben aquestes dificultats són els següents:

- **Falta de components:** aquest problema sembla que s'està resolent de mica en mica, ja que els principals fabricants mundials d'aerogeneradors han decidit instal·lar unitats al Brasil.
- **Transmissió:** Brasil és un país de grans dimensions, això, i sumant també el fet de que la major potència eòlica es troba en les regions Nord-est i Sud del país, fa que siguin necessàries grans inversions en línies de transmissió. Les zones amb més vent es troben a 80-100 km de la xarxa elèctrica. En la majoria dels casos, les centrals generadores es troben a 500 o 1000 km de distància de la regió Sud-est, principal mercat consumidor.
- **Component nacional:** El programa PROINFA requereix que almenys un 60% del parc eòlic contingui peces locals. El problema és que només existeixen dos fabricants d'aerogeneradors, la brasilera d'origen alemany Wobben Windpower i l'argentina Impsa, això provoca que a molts projectes es recorri a turbines i pales instal·lades a l'exterior, sobretot a l'Índia. El govern ha intentat reduir aquesta mesura minimitzant a zero l'impost del 14% d'importacions d'equipaments d'energia eòlica.
- **Subhasta específica per l'energia eòlica:** A la primera subhasta que es va realitzar d'energies renovables no es va vendre cap projecte eòlic, ja que el preu assolit no compensava el de la instal·lació del parc. Actualment, per tal de resoldre aquest problema es realitzen subhastes específiques per projectes eòlics per tal de poder-los tirar endavant.
- **Legislació i govern:** És necessari un marc regulatori clar que doni seguretat als inversors. El govern federal hauria de garantir l'accés prioritari a les energies renovables i assegurar la seva compra per preus que remunerin al productor sense operar en el consumidor.

² Quantitat total de kWh produïts per un aerogenerador en un any, incloent totes les fluctuacions entre el màxim i zero o casi zero, expressada com un percentatge de la producció total en el cas que la producció fos màxima i continua.

- **Burocràcia:** Els nombrosos tràmits que s'han de passar per aconseguir el finançament, el tracte amb organismes públics, l'obtenció de la llicència ambiental i altres processos administratius, fan endarrerir i encarrir la instal·lació dels parcs eòlics.

Tot i aquestes dificultats, considerant que l'energia eòlica proporciona una resposta integral als principis de desenvolupament sostenible i garanteix un abastiment energètic autòcton, es justifica un increment significatiu de la seva participació en la matriu elèctrica brasilera i la creació d'un marc normatiu específic que incentivi les inversions en aquesta tecnologia (ABEEólica, 2011).

Per aquests motius exposats anteriorment, cada any el Ministeri de Mines i Energia de Brasil divulga el Pla Decennal d'Expansió d'Energia (PDE) que té com a objectiu assegurar l'expansió equilibrada de l'oferta energètica i ajudar a crear una base sòlida pel creixement econòmic del país. El PDE 2010-2019 preveu una expansió de l'energia eòlica fins a 2.000MW fins l'any 2013 (ABEEólica, 2011).

2.3.1.3. Desafiaments sectorials

Els principals desafiaments que ha d'enfrontar el sector eòlic a Brasil a curt termini estan directament relacionats amb el creixement previst del seu mercat, per tant es necessita incrementar el ritme d'instal·lació. Segons l'Associació Brasileira d'Energia Eòlica (ABEEólica) cal adoptar les següents mesures per tal d'atendre al programa d'entregues d'energia resultant dels nous mecanismes de contractació:

- Mobilitzar i assegurar l'assignació de major volum de recursos financers als projectes i incrementar els ritmes de finançament.
- Incrementar la capacitat productiva de la indústria eòlica, reforçant la seva presència a Brasil i desenvolupant noves tecnologies adaptades a les característiques dels recursos eòlics i del funcionament del sistema elèctric en el país.
- Resoldre les necessitats logístiques de la cadena de serveis i de subministrament en les activitats empresarials implicades en el desenvolupament dels projectes i inversions.
- Necessitat d'un nou marc normatiu que proporcioni dades precises sobre els volums de desenvolupament a mitjà i llarg termini, seguretat jurídica en la tramitació dels projectes i un règim de suport que permeti incrementar la seva competitivitat.

2.3.1.4. Distribució de l'energia eòlica per Estats

La repartició de càrregues elèctriques entre els Estats productors d'electricitat, a partir de la generació eòlica, respon a la distribució que es representa a la taula 1.

Taula 1. Comparació entre la potència eòlica en operació el 31/12/2012, PROINFA en construcció i assignada en processos de licitació a l'any 2009 i 2010 a Brasil amb la potència eòlica prevista per l'any 2013.

Estats	MW en operació	MW futurs (2013)
Bahía	0	977
Cearà	502,2	692
Paraíba	61,8	5,4
Paraná	2,5	0
Pernambuco	25,2	0
Piauí	18	0
Rio de Janeiro	28,1	135
Rio Grande Do Norte	102,1	1842
Rio Grande Do Sul	158	502
Santa Catarina	14,4	217,7
Sergipe	0	30

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de ABEEólica.

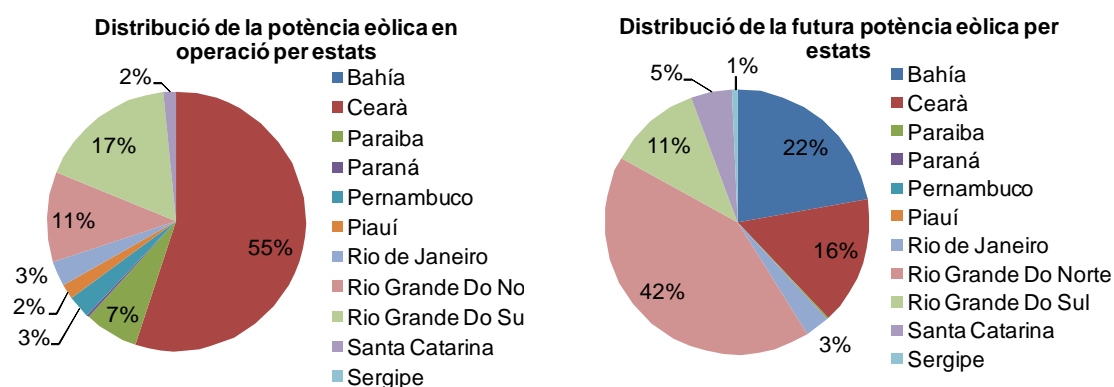


Figura 7. Comparació de la distribució de la potència eòlica en operació a 31/12/2012, PROINFA en construcció i assignada en processos de licitació a l'any 2009 i 2010 a Brasil amb la distribució de la potència eòlica prevista l'any 2013.

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de ABEEólica, 2011.

A la figura 7, si ens fixem en la distribució del potencial eòlic en operació, destaca l'estat de Cearà. Segons les dades, el 31 de desembre de l'any 2012, podem observar que un 55% del potencial eòlic està instal·lat en aquest estat. Aquesta tendència es veurà modificada en un futur ja que les previsions pel

2013 són que el potencial eòlic es concentri a l'estat de Rio Grande Do Norte (amb un 43%) i Ceará perdi lideratge disminuint el seu percentatge a un 16%.

Degut a aquest alt potencial eòlic de la regió Nord-est, Brasil ha d'afrontar nous desafiaments en el sector eòlic: s'ha de garantir una connexió efectiva entre les instal·lacions. Aquesta connexió es durà a terme mitjançant una línia de transmissió paral·lela a la costa que unirà la ciutat de São Luis (Maranhão) i Recife (Pernambuco), beneficiant també a Ceará, Rio Grande Do Norte i Paraíba.

2.4. Situació de l'energia eòlica a l'estat de Ceará

El vent de l'est, d'Àfrica, que bufa sobre el nord-est brasiler, impulsa el desenvolupament d'energia eòlica en aquesta regió. Estats com el de Ceará s'estan tornant referència en aquests tipus de fonts d'energia, neta i renovable. "Podem ser agosarats! Ceará té potencial per a produir energia eòlica, l'equivalent a sis parcs com Itaipu³" afirma el president de ABEEólica, Lauro Fiúza.

L'energia eòlica provinent dels vents es va començar a explotar a l'estat de Ceará el mes de maig de 1990 (LAGE *et al*, 2002), quan la companyia d'electricitat de Ceará (COELCE) va firmar un Protocol d'Intencions amb la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) pel desenvolupament del projecte *Mapeamento Eólico do Estado do Ceara*, amb la finalitat d'avaluar i identificar amb major precisió els recursos eòlics disponibles i les àrees potencialment favorables a la implantació de parcs eòlics. L'objectiu d'aquest conveni era registrar dades sobre els vents a Ceará mitjançant noves estacions anemomètriques. Amb les dades obtingudes es va poder arribar a la conclusió que Ceará posseeix un enorme potencial per l'obtenció d'energia eòlica.

Aquest projecte cartogràfic eòlic de Ceará (1996) va demostrar que la velocitat del vent arriba a unes mitjanes altíssimes, sent durant el període sec de 8 a 10 m/s i velocitats superiors a 5,5 m/s durant l'estació de pluges. Aquestes dades contrasten amb altres països que tenen un alt potencial eòlic i que només registren velocitats de vent de 6 m/s com a mitjana. (Fontenelle *et al*, 2006).

El primer parc eòlic va ser inaugurat el mes de gener de l'any 1999, a la platja de Taíba, amb 10 aerogeneradors que aportaven una capacitat de 5 MW. El segon parc eòlic que es va instal·lar va ser a Prainha, l'abril del 1999, que tenia una capacitat de 10 MW amb 20 aerogeneradors. Els dos primers parcs eòlics de Ceará són els primers i únics en el món construïts sobre un camp de dunes, i aportaven energia suficient per proveir al 6% del total de la població de Fortaleza (COELCE).

L'èxit d'aquests dos primers parcs eòlics va suposar un creixement del mercat a Ceará (CE) i actualment es poden trobar les següents instal·lacions d'energia eòlica distribuïdes pel litoral:

³ És una presa hidroelèctrica al riu Paranà situat a la frontera entre Brasil i Paraguai. Va ser construïda pels dos països en el període de 1975 al 1982 i avui en dia és la major presa generadora d'energia del món.

Taula 2. Relació dels parcs eòlics habilitats presents a Ceará.

PROINFA - EOLICA				
Aproveitamentos Habilitados				
UF	Data de LI	Qualificação	Aproveitamento	Pinst. (kW)
BA	15/10/2003	PIA	UEE BA 3 - Caetité	192.100
CE	18/6/2001	PIA	UEE Beberibe	25.200
	26/4/2002	PIA	UEE Praia do Morgado	28.800
			UEE Volta do Rio	42.000
	28/5/2002	PIA	UEE Enacel	31.500
	3/9/2002	PIA	UEE Praias de Parajuru	28.800
	27/9/2002	PIA	UEE Canoa Quebrada *	57.000
	8/10/2002	NÃO PIA	UEE Formosa	104.400
			UEE Foz do Rio Choró	25.200
			UEE Paracuru	23.400
	18/10/2002	NÃO PIA	UEE Icaraizinho	54.000
	13/12/2002	PIA	UEE Taíba Albatroz	16.500
	27/12/2002	PIA	UEE Central Geradora Eólica Bons Ventos	50.000
	20/3/2003	PIA	UEE Canoa Quebrada	10.500
			UEE Lagoa do Mato	27.000
	24/7/2003	PIA	UEE Taíba Águia	27.000
	30/7/2003	PIA	UEE Caraúbas	10.500
	17/9/2003	PIA	UEE Ubajara	100.000
			UEE Paracuru *	100.000
	13/11/2003	PIA	UEE Taíba Andorinha	22.000
	24/12/2003	PIA	UEE Caponga	10.000
	20/2/2004	PIA	UEE da Fábrica da Wobben Windpower	600

Font. PROINFA.

En el mapa de la figura 8 es presenta la distribució d'aquests parcs eòlics en el litoral.

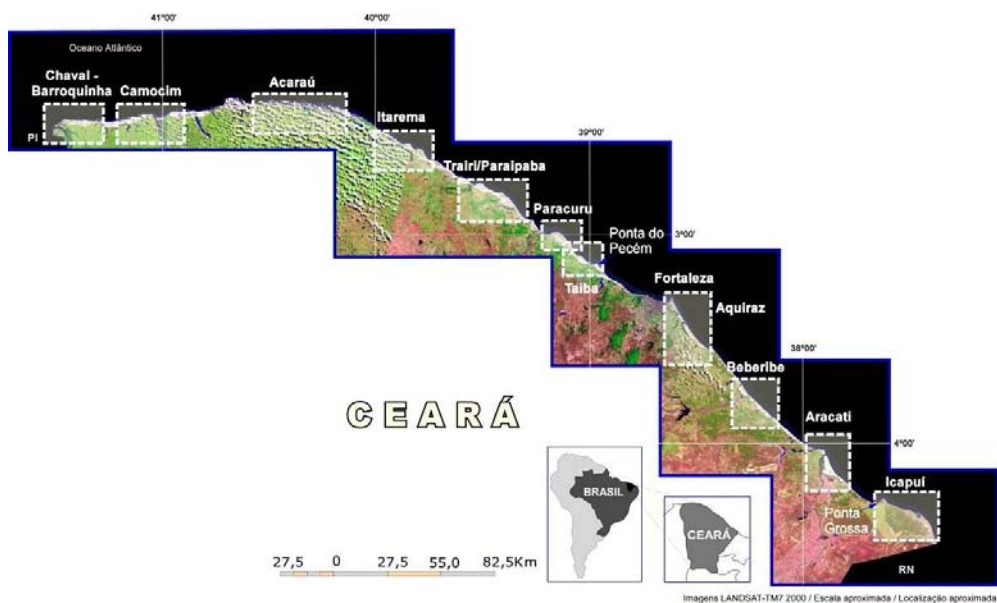


Figura 8. Distribució dels parcs eòlics en el litoral de Ceará.

Font. Meireles.

2.4.1. Avantatges i inconvenients de l'energia eòlica a Cearà

Un dels avantatges que ofereix la construcció dels parcs eòlics és que fa a l'estat menys vulnerable a les crisis d'energia elèctrica i contribueix a la reducció d'emissió de gasos d'efecte hivernacle.

A més, pel que fa a la sostenibilitat ecològica, hi ha Estudis d'Impacte Ambiental que demostren que les instal·lacions d'energia eòlica no provoquen impactes ambientals significatius. Aquest fet és degut a que un dels dos impactes més importants que generen els parcs eòlics com són l'impacte acústic i l'impacte sobre les aus, a Cearà perden importància ja que no és una zona de ruta migratòria de les aus i, pel que fa a l'impacte acústic, aquest es veu atenuat pel soroll del vent.

Autors com R. Fontenelle, i S. Daltro de Souza, consideren que aquests projectes poden ajudar a disminuir les desigualtats socials que existeixen a Cearà entre la capital i pobles d'interior. Aquest fet pot ser degut a que els sistemes eòlics poden estar connectats o no al sistema elèctric urbà, de forma que possibiliten la generació d'electricitat en zones de l'interior de l'estat i contribueixen a millorar la qualitat de vida de les comunitats amb menys recursos que no tenen accés a energia elèctrica (Fontenelle *et al*, 2006).

L'energia eòlica també ofereix avantatges pel que fa al bombejament d'aigua, ajudant així al desenvolupament de l'agricultura i el consum humà. La instal·lació d'aquests parcs eòlics també crea noves oportunitats de treball a les zones rurals.

Pel que fa a la dimensió cultural, els molins de vent formen part de la cultura de Cearà i expressen la tradició de l'aprofitament de la força dels vents. La cultura dels molins de vent està tant arrelada, que els parcs eòlics són vistos com a símbol del progrés dels molins de vent, i la societat local es sent orgullosa de produir energia eòlica. En aquest sentit, es pot afirmar que la producció d'energia eòlica és una alternativa culturalment viable per resoldre el problema crònic de dependència energètica a l'estat (Fontenelle *et al*, 2006).

Finalment, R. Fontenelle i S. Daltro de Souza conclouen que, pel que fa a la dimensió tecnològica, els parcs eòlics instal·lats a Cearà proporcionen l'adquisició de coneixement tècnic i una major qualificació dels recursos humans locals.

Per altra banda, al litoral de Cearà existeix un conflicte en relació a les instal·lacions d'energia eòlica, ja que moltes d'elles es troben situades en camps de dunes, considerats Àrees de Preservació Permanent i pròxims a comunitats tradicionals que veuen afectats els serveis que els aporten aquests ecosistemes.

2.5. Camps de dunes

Les dunes tenen un important paper ambiental ja que, a l'estar formades per sorres fines i mitjanes, generen un alt grau de permeabilitat permetent la infiltració i l'abastiment d'aigua subterrània. A més a més, les dunes són les

responsables d'equilibrar la dinàmica natural entre els ecosistemes del seu voltant (Carvalho, 2007).

Els camps de dunes representen un dels principals components de la plana litoral de Cearà que, juntament amb les platges, altiplans, estuaris, llacs, terrasses marines i barres, formen un conjunt complex de morfologies i ecosistemes responsables de l'estructuració paisatgística del litoral.

L'avanç i el retrocés de la línia de costa degut a les variacions del nivell del mar al llarg del temps geològic, sumat a les accions dels agents morfològics (fluvial, fluvio-marí, glaç i desglac, onades, marees, corrents marines, vents, gravetat, plaques litosfèriques, magma, etc.) i combinat amb els efectes de les variacions climàtiques, generen els vectors que caracteritzen la plana costanera com un dels sistemes més dinàmics del planeta (AQUASIS, 2003).

L'origen dels camps de dunes es troba fa 18.000 anys, quan el nivell del mar a la plataforma cearense era aproximadament 90 metres inferior a l'actual, i la temperatura mitjana era al voltant dels 5°C. Quan la marea era baixa, el gran volum de sorra exposat i sotmès a la força dels vents era conduït de la platja sobre el continent. Esculpits pels vents, aquests sediments van originar espectaculars composicions de formes diferents de camps de dunes amb més de 20 km de llargada amb altituds superiors al 60 metres (Meireles, 2006). Els registres sobre aquests fenòmens els proporcionen els camps de dunes cimentades per carbonat de calci (provinent de les restes de corals i petxines), anomenades paleodunes (AQUASIS, 2003).

Els sediments que originen les dunes (de neoformació holocènica) tenen una granulometria i origen variats, i es situen sobre els dipòsits més antics de la formació Barreiras⁴. A la franja de platja i a les terrasses marines predominen les sorres quarsoses de granulometria entre fina i mitja amb fragments de minerals pesats, fragments de petxines i minerals micacis (procedents de la mica).

2.5.1. Característiques dels camps de dunes

2.5.1.1. Morfologia

Existeixen dues principals classificacions per les dunes (Barbujiani, 2000): una classificació estructural interna, considerant la manera en la que es disposen els grans de sorra al seu interior; i una classificació morfològica, considerant el seu aspecte com una part del relleu.

La primera classificació considerant la **dinàmica de formació**, divideix les dunes en tres tipus:

⁴ **Formació Barreiras:** És una formació sedimentària que forma penya-segats, els quals es troben a les vores de l'altiplà litoral. Correspon a dipòsits de granulometria sorrenca a argilosa, que van ser dipositats al llarg de la costa del continent entre el Miocè i el Pleistocè (Carvalho, 2007). Aquests recobreixen tota l'extensió del litoral de Cearà, amb longituds variables, transformant una àrea cristal·lina en sedimentar.

a. Dunes fixes

Durant la construcció de la duna els grans de sorra s'agrupen en el sentit del vent, formant acumulacions, generalment asimètriques, que poden assolir varies centenes de metres d'alçada i varis quilòmetres d'extensió.

La part de la duna exposada al vent s'anomena sobrevent, i té una inclinació baixa, de 5 a 15° normalment. En canvi, la part inferior a la duna, que s'anomena de sotavent, és més inclinada, i aproximadament pot tenir de 20 a 35° d'inclinació, tal com es pot veure a la figura 9.



Figura 9. Formació i estructura interna d'una duna fixa.

Font. Barbuji, 2000.

Això és degut a que, quan el costat de sotavent assoleix un determinat angle, la força de la gravetat actua i fa que en comptes d'acumular-se el sediment a la cresta de la duna, els grans de sorra vagin cap a baix.

A les dunes fixes la sorra es disposa en capes que acompanyen el perfil de la duna. D'aquesta manera, el vent, que ve carregat de partícules, fa que es vagin dipositant successives capes a la superfície des de sobrevent a sotavent, creant una estructura interna de les dunes estratificada.

En el cas que al costat de sotavent de la duna es generi una turbulència forta degut als corrents de vent, els grans de sorra d'aquest costat s'agreguen als estrats en formació, la qual cosa impedeix el moviment de la duna. Llavors és quan la duna es fixa.

Aquestes dunes resten immòbils per diversos factors com l'augment de la humitat, obstacles interns (blocs de roques, troncs...) o el desenvolupament de vegetació associada a la duna.

b. Dunes mòbils

De la mateixa manera que les dunes fixes, el transport dels grans de sorra segueix inicialment l'angle de sobrevent, dipositant-se immediatament a sotavent, on hi ha una forta turbulència. Amb aquest moviment es genera una estructura interna de capes paral·leles amb capbussament pròxim a la inclinació de sotavent. Aquesta dinàmica contínua causa el moviment i avançament de tot el cos de la duna, com es pot observar a la figura 10.

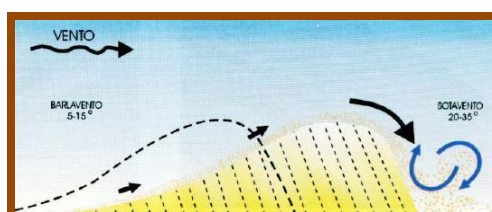


Figura 10. Formació i estructura interna d'una duna mòbil.

Font. Barbuji, 2000.

c. Dunes semifixes

Les dunes semifixes presenten un cert grau d'estabilitat, però també tenen una dinàmica. Poden ser dunes frontals, que són les primeres dunes que es formen a partir de la franja de platja protegint-la d'un procés erosiu, o les *nebkas*, que són petits turons coberts per vegetació psamòfila a la plana costanera.



Figura 11. Exemple de classificació de les dunes segons la seva dinàmica de formació.

Font. Elaboració pròpia.

La segona classificació contempla que la **morfologia de les dunes** està determinada per tres paràmetres: la velocitat del vent i la variació de rumb del vent predominant, les característiques de la superfície recorreguda per les sorres transportades pels vents i la quantitat de sorra disponible per la formació de les dunes. Les formes dunars més comunes són:

a. Dunes transversals

La formació d'aquest tipus de dunes ve condicionada per vents freqüents i de direcció constant, així com per l'aportació contínua i abundant de sorra per la seva construcció. Les regions litorals constitueixen un ambient propici per la formació de dunes transversals. Es denominen així degut a la seva orientació perpendicular al sentit preferencial del vent.

El conjunt d'aquestes dunes acostumen a formar els anomenats mars de sorra, caracteritzats per turons sinuosos i paral·lels entre si. A les àrees costaneres, aquests camps de dunes poden presentar petits llacs d'aigua dolça, com els que es troben al nord-est de Brasil.

b. Dunes barcanes

Es desenvolupen en ambients de vents moderats i aportació de sorra limitat. Aquest tipus de duna assoleix una forma de mitja lluna o lluna creixent, amb les extremitats orientades en el mateix sentit del vent.

Aquestes dunes no acostumen a formar camps continus i tendeixen a ser petites, no superant els 50 metres d'altura i els 350 metres de llargada. Al Brasil, aquestes dunes no són gaire comuns, però al litoral, on la vegetació limita la font de sorra, es formen cadenes de dunes semblants a les barcanes, i s'anomenen cadenes barcanoides.

c. Dunes parabòliques

Les dunes parabòliques són semblants a les anteriors, però es diferencien d'aquestes per la curvatura de les extremitats, que en aquest cas és més tancada, en forma de U i en el sentit contrari del vent.

Es formen a regions de vents forts i constants, amb una aportació de sorra superior al de les barcanes. Són poc comuns a Amèrica del Sud, limitant-se a les zones litorals.

d. Dunes longitudinals

Es formen en regions amb un abundant subministrament de sorra i amb vents forts i de sentit constant. Poden assolir desenes de quilòmetres d'extensió, més de 200 metres d'altura.

2.5.1.2. Dinàmica dunar

La dinàmica dunar de la costa de Cearà consisteix en l'avançament de les dunes mòbils cap al continent, fins arribar al marge dret dels estuaris, on els sediments són novament transportats cap a la platja a través del riu, seguint una dinàmica com la que es pot observar a la figura 12.

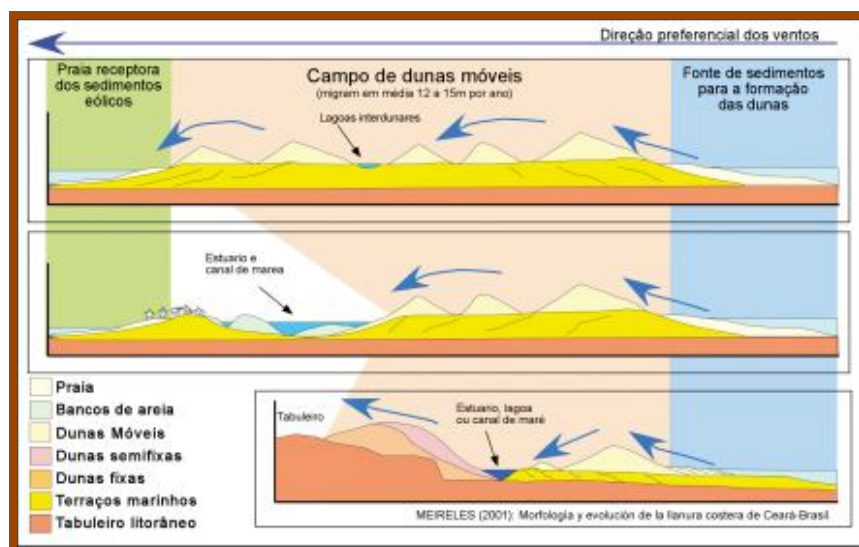


Figura 12. Dinàmica dels camps de dunes.

Font. AQUASIS, 2003.

Per determinar la taxa de migració anual de les dunes mòbils, es fa a partir d'estudis de granulometria de les sorres, velocitats dels vents, insolació, precipitació, topografia, i a partir de les marques espacio-temporals i direccionals que el pas de les dunes deixa a la zona costanera (AQUASIS, 2003).

El 1991 van ser publicats els primers valors calculats per la zona costanera de Cearà, sent d'una mitjana de 12 a 15 metres/any al camp de dunes de Paracuru (AQUASIS, 2003).

Al litoral de Cearà es poden definir dues generacions de dunes, de manera que es demostra aquesta dinàmica dunar. La més recent està en activitat mòbil

precipitant-se sobre les àrees de manglars i avançant sobre una generació més antiga ja estabilitzada (Carvalho, 2007).

L'avançament de les dunes pot comportar tant efectes sobre el medi antròpic com efectes sobre el medi natural (biòtic i abiòtic). Els principals efectes sobre el medi antròpic són la reducció d'àrees cultivables, el cobriment de zones residencials, el cobriment d'àrees de captació d'aigua per l'abastiment humà, la sedimentació de reservoris i pèrdua d'àrees de lleure. Els efectes sobre el medi natural són el tall de cursos d'aigua, cobriment de llacs, soterrament d'espècies vegetals, desertificació d'àrees i destrucció de zones de manglar (AQUASIS, 2003).

És per això que s'utilitzen diferents tècniques per intentar immobilitzar les dunes mòbils. La més eficient fins ara, ha sigut la de la plantació de vegetació psamòfila, que es desenvolupa bé en el sòl sorrenc, o de certes gramínies a la base de la duna, a sobrevent. D'aquesta manera s'impedeix el moviment dels grans de sorra i la duna es torna estacionària.

2.5.1.3. Vegetació

La vegetació de les dunes cobreix una àrea que comença a la plana costanera i s'estén fins a la frontera amb els altiplans. Les espècies vegetals (majoritàriament perennifòlies) d'aquesta zona depenen, principalment, del relleu, de l'exposició al vent i de la humitat.

La regió de la plana costanera, està composta per vegetació del tipus herbàcia i matollar, sent força resistent al vent i a la salinitat. A la regió posterior de la plana, on hi ha les dunes, s'hi troben dues situacions diferents en funció de la radiació solar, direcció i intensitat del vent. En primer lloc, al costat de sobrevent de les dunes, que és el costat que es veu més influenciat pel vent i la radiació solar, hi predomina una vegetació arbustiva o herbàcia. En canvi, a la zona de sotavent, les condicions permeten el desenvolupament d'una vegetació del tipus arbòria. Aquesta vegetació desenvolupa un paper molt important en la fixació de les dunes, impedit que avancin. La vegetació de sotavent es beneficia de les zones humides, com els llacs interdunars, formats per l'exposició del llençol freàtic, oferint condicions que fan possible l'aparició d'espècies florestals, que són constituents de la flora litoral o Mata Atlàntica.

Als camps de dunes s'hi troben espècies com el carrasco (*Coccoloba latifolia*), la ubaia (*Eugenia* sp.), l'angèlica (*Guettarda angelica*) i el guajiru (*Chrysobalanus icaco*). (AQUASIS, 2003)

2.5.1.4. Sistema hidrogeològic

Les dunes i paleodunes quaternàries, que són les dunes més antigues, cimentades per carbonat de calci provinent de restes de fauna marina, formen camps morfològicament homogenis. Aquests estan en contacte amb la xarxa de drenatge, possibilitant l'existència de llacs interdunars.

Aquestes àrees tenen una gran importància per l'abastiment d'aigua i conservació ambiental hídrica gràcies als aqüífers que contenen. El flux de les aigües subterrànies de les dunes i paleodunes, és, generalment, en sentit al

mar, on s'observen fonts difuses al llarg de la costa i llacs interdunars. Tot i així, la major quantitat d'aigua es perd a causa de la intensa evapotranspiració. La recàrrega és pluviomètrica, excepte en alguns casos que és causada per drenatges influents.

L'ecosistema dunar té una importància fonamental en la captació d'aigua i protecció dels aqüífers, però la urbanització de la franja costanera i la consegüent contaminació dels aqüífers, fan que aquests estiguin altament degradats (AQUASIS, 2003).

2.5.1.5. Serveis ecosistèmics

Els serveis ecosistèmics, segons es defineix a l'estudi *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (MA, 2005) són aquells que les persones reben dels ecosistemes i que mantenen directa o indirectament la seva qualitat de vida. Es classifiquen en quatre tipus: serveis de provisió (aliments, aigua, energia), serveis de regulació (com la purificació de l'aigua i la regulació climàtica), serveis culturals (educació, oci) i serveis de suport, que són els que mantenen els altres serveis (cicle de nutrients, formació del sòl).

Els ecosistemes constitueixen un capital natural que és necessari conservar per disposar de serveis com la regulació del clima, la fixació de carboni, la fertilitat del sòl, la polinització, la filtració de contaminants, la provisió d'aigua neta, control de les inundacions, recreació, valors estètics i espirituals (Daily, 1997).

Les dunes, com a ecosistema que són, també proporcionen uns serveis ecosistèmics, els quals es defineixen a continuació seguint la classificació esmentada anteriorment (MA, 2005).

▪ Serveis de provisió

- **Producció d'aliment:** producció de peixos, fruites, llavors, algues i invertebrats.
- **Emmagatzematge d'aigua dolça:** retenció d'aigua dolça i provisió per la irrigació i el consum humà.
- **Fibra, fusta i combustible:** producció de fusta, llenya, torba, farratge i agregats.
- **Recursos genètics:** medicina, gens per la resistència a patògens de plantes i espècies ornamentals.

▪ Serveis de regulació

- **Regulació del clima:** regulació de gasos d'efecte hivernacle i regulació de la composició química de l'atmosfera.
- **Règim hidrològic:** càrrega i descàrrega dels aqüífers i emmagatzematge d'aigua per a usos agrícoles, industrials i carcinicultura.
- **Regulació de fluxos energètics:** protecció de costes i terres interiors.

- **Regulació biològica:** resistència a espècies invasores, interaccions reguladores entre diferents nivells tròfics i preservació de diversitat funcional i interaccions funcionals.
- **Control de contaminació i detoxificació:** retenció, recuperació i eliminació de l'excés de nutrients i contaminants.
- **Protecció a l'erosió:** retenció dels sòls.
- **Riscos naturals:** control d'inundacions i protecció de tempestes.
- **Serveis culturals**
 - **Espiritual i reflexió:** sentiments personals i benestar, i significat religiós.
 - **Oci:** activitats d'oci.
 - **Turisme:** oportunitats de turisme.
 - **Estètica:** admiració d'aspectes naturals.
 - **Educació:** oportunitats per l'entrenament i la formació formal i informal.
- **Serveis de suport**
 - **Biodiversitat:** hàbitat per espècies residents o de pas.
 - **Formació de sòls:** retenció de sediments i acumulació de matèria orgànica.
 - **Cicle de nutrients:** emmagatzematge, reciclatge, procés i adquisició de nutrients.

Actualment, l'impacte de les activitats humanes als ecosistemes dunars costaners és creixent, i es reflexa tant a escala local com regional i global. Ens tots els casos, es veuen afectats negativament, amb les respectives conseqüències econòmiques i socials sobre les poblacions humanes pròximes a aquests ecosistemes (Queiroz, 2007).

2.6. Conflicte socioambiental dels parcs eòlics al litoral de Cearà

Els camps de dunes formen part de les *restingas*⁵, les quals són considerades Àrees de Preservació Permanent per la seva funció ambiental de preservar els recursos hídrics, el paisatge, l'estabilitat geològica, la biodiversitat, el flux genètic de la flora i la fauna, protegir el sòl i assegurar el benestar de les poblacions humanes (AQUASIS, 2003). Tot i gaudir d'aquesta protecció legal, en els últims anys s'han dut a terme instal·lacions d'energia eòlica en els camps de dunes del litoral de Cearà.

⁵ **Restinga:** dipòsit sorrenc paral·lel a la línia de costa, on es troben diferents comunitats que reben influència marina considerades edàfiques per dependre més de la naturalesa del sòl que del clima. La cobertura vegetal d'aquesta és en forma de mosaic i es troba a platges, cordons sorrenços, dunes i depressions, presentant un estat herbaci, arbustiu i arbori.

Hi ha estudis científics que revelen l'existència de grans impactes ambientals provocats per la instal·lació de parcs eòlics en zones de camps de dunes. Els parcs que estan en operació o en fase de construcció degraden greument l'àrea ocupada (Meireles, 2011). Aquests impactes no només afecten a l'ecosistema dunar, sinó que també perjudiquen als sistemes adjacents com els manglars, les platges i els voltants dels estuaris.

A més dels impactes ambientals, les comunitats properes als camps de dunes també s'han vist afectades per la privatització d'aquestes zones que presenten un alt interès socioambiental (Meireles, 2011).

Per últim, també s'han trobat jaciments arqueològics de gran valor en aquestes zones, que s'han vist amenaçades per la construcció de parcs eòlics.

Per aquests motius en els últims anys han hagut varies queixes, reivindicacions i denúncies per part de científics experts, habitants d'aquestes comunitats, advocats i òrgans del govern.

2.6.1. Impactes ambientals en camps de dunes

Els impactes ambientals provocats durant la fase de construcció de parcs eòlics en camps de dunes del litoral del nord-est brasiler, van ser estudiats pel professor Antonio Jeovah de Andrade Meireles en un article publicat a la revista Confins l'any 2011.

Durant la fase de construcció es van identificar els següents impactes:

- Eliminació de vegetació de les dunes fixes:

La retirada de cobertura vegetal es du a terme durant les obres d'instal·lació del parc en activitats com: obertura de vies d'accés, àrea de maniobra per camions i preparació del terreny per la instal·lació dels aerogeneradors.

L'eliminació de vegetació promou la desaparició d'espècies i ambients, de flora i fauna específiques, tant del camp de dunes com de l'altiplà, provocant la fragmentació local d'aquest ecosistema.



Figura 13. Eliminació de vegetació de les dunes mòbils per l'obertura d'una via d'accés, Cumbe.

Font. João Luis Joventino do Nascimento.

- Soterrament de dunes fixes per les activitats de moviment de terres:

La sorra de les dunes fixes i mòbils és mobilitzada i redireccionada durant l'aixecament del terreny per la construcció de les bases dels aerogeneradors i de les vies d'accés. Part de la sorra extreta, és llençada

sobre dunes fixes, el que provoca el soterrament de la vegetació fixadora i alteracions topogràfiques i morfològiques.



Figura 14. Aixecament del terreny per la construcció de les instal·lacions del Parc Eòlic Aracati.

Font. João Luis Joventino do Nascimento.

- Soterrament de llacs interdunars:

Durant les activitats d'adaptació del terreny per la construcció de les bases dels aerogeneradors i les vies d'accés que els uneixen, es realitzen talls en les dunes fixes i mòbils. La sorra que s'extrau de les dunes que es veuen modificades provoquen el cobriment de llacs interdunars.

Alhora, en alguns casos, fan passar les vies d'accés per sobre mateix dels llacs, provocant la seva desaparició.



Figura 15. Exemple de soterrament de llacs interdunars pel pas d'una via d'accés.

Font. João Luis Joventino do Nascimento

- Talls i acumulació de sorres en les dunes fixes i mòbils:

Durant les obres del parc es realitzen talls i s'aporta sorra extra en dunes fixes i mòbils. Aquestes activitats provoquen alteracions ambientals associades a la pèrdua de vegetació i soterrament de dunes fixes, fragmentació de dunes mòbils i alteracions, tant en la topografia com en la morfologia de la zona. Aquestes activitats poden també alterar el nivell freàtic de l'aqüífer, influenciant en el flux d'aigua subterrània i en la composició i extensió espacial de llacs interdunars.



Figura 16. Tall en una duna fixa pel pas d'una via d'accés.

Font. João Luis Joventino do Nascimento

- Introducció de material sedimentar per la impermeabilització i compactació del sòl:

Per la construcció de les vies d'accés i la base dels aerogeneradors, s'introdueixen components sedimentaris provinents d'altres sistemes ambientals.



Figura 17. Introducció de material argilós per la construcció de les vies d'accés.

Font. João Luis Joventino do Nascimento.

- Fixació de dunes mòbils:

En les zones més pròximes a les vies d'accés i a les estructures de les bases, es planta vegetació per tal de fixar les dunes i evitar que la sorra avanci tallant el pas dels vehicles o fent malbé les instal·lacions.



Figura 18. Fixació de dunes mòbils mitjançant vegetació artificial.

Font. Joao Luis Joventino do Nascimento.

Com remarca Meireles: “la fixació artificial de les dunes mòbils evidencia que la morfologia i ecologia de l’ecosistema continuaran sent afectades durant la fase d’operació del parc eòlic”. A més, considera que aquesta fixació fragmenta les interrelacions de l’ecosistema del camp de dunes amb els sistemes fluviomarins i la platja, fet que pot portar al col·lapse de sediments en el sistema costaner al llarg del nord-est brasiler. Finalment, conclou dient que: “el conjunt d’impactes ambientals, provocats per la instal·lació del parc eòlic, pot interferir en el control de l’erosió costanera, en la dinàmica hidrostàtica i la disponibilitat d’aigua dolça, en la supressió d’hàbitats, l’extinció de llacs i en alteracions del paisatge vinculades als aspectes escènics i d’oci”.

Per altra banda, segons les empreses instal·ladores d’energia eòlica, els camps de dunes són òptims per la construcció de parcs eòlics principalment per la seva altitud en relació al nivell del mar, que al ser bastant elevada, facilita la disponibilitat de la força dels vents procedents de la costa sense turbulències causades pel relleu terrestre. A més consideren que aquestes zones són les úniques que presenten aquest alt potencial eòlic. Però el mapa de potencial per la producció d’energia eòlica publicat per l’ANEEL (*Agência Nacional d’Energia Elétrica*) al 2003, mostra que els altiplans del litoral, situats poc després dels camp de dunes, presenten un excel·lent potencial per la implantació de parcs eòlics.

2.6.2. Impactes en els serveis ecosistèmics

A continuació es descriuen els impactes que la construcció, el manteniment i la simple presència de les instal·lacions d’un parc eòlic pot provocar en els serveis ecosistèmics que proporcionen els camps de dunes segons estudis realitzats pel professor J. Meireles (2009):

- Impacte en la funció de control de l’erosió:

Les activitats de moviment de terres i la necessitat de fixació artificial de les dunes produeixen alteracions en la dinàmica eòlica i, consegüentment, minimitzen la participació de les dunes mòbils en el control erosiu de la franja de platja.

- Alteració en la dinàmica hidrostàtica i disponibilitat d’aigua dolça de l’aqüífer dunar:

Les activitats de soterrament de llacs interdunars i l’eliminació de vegetació de les dunes fixes interfereixen en els components que mantenen l’aqüífer. Principalment afecten al flux subterrani i als processos d’infiltració (recàrrega del llençol freàtic) la qual cosa podria produir conseqüències perjudicials a l’aqüífer dunar.

- Alteració dels beneficis derivats dels processos ecològics:

La interdependència entre els components morfològics del camp de dunes es veu fragmentada per la construcció de vies d’accés. D’aquesta manera es suprimeixen el conjunt de processos ambientals que garanteixen localment la producció i la continuïtat de les relacions ecodinàmiques naturals associades a l’existència de biodiversitat. A més, es veuen alterats el manteniment i la reproducció dels “stocks” de recursos genètics i la reproducció de les espècies, principalment associades als llacs interdunars

soterrats i a les dunes fixes que pateixen una eliminació de la seva vegetació. Per últim, les activitats d'instal·lació dels parcs eòlics també alteren la diversitat dels ecosistemes sustentats per la dinàmica imposada per la migració de les dunes.

- Alteració dels serveis econòmics relacionats amb els atractius naturals

Els serveis econòmics relacionats amb els atractius naturals (paisatge, ecodinàmica i biodiversitat) que orienten a la presa de decisions per la implantació d'activitats turístiques sostenibles, turisme comunitari i ecoturisme es poden veure modificats. La disposició dels aerogeneradors, les vies d'accés, el tràfic de vehicles i el moviment de terres promouen l'alteració continua dels recursos naturals i porten en contra la bellesa i qualitat del paisatge característica de la complexitat de les dunes.

- Afectes en les relacions ambientals:

Les alteracions morfològiques causades durant l'etapa de construcció del parc eòlic provoquen impactes relacionats amb la discontinuïtat dels processos evolutius naturals del sistema costaner. Les connexions amb els camps de dunes adjacents són trencades per l'artificialització morfològica i desvinculades dels patrons climàtics regionals que propicien la continuïtat dels agents morfogenètics (acció dels vents com a moderador del sistema eòlic i transport de sediments).

- Fragmentació dels serveis ambientals relacionats amb la integració de les dunes amb els altres ecosistemes:

Les activitats que es duen a terme durant la fase d'operació i manteniment del parc causen alteracions ambientals. Aquestes alteracions estan relacionades directament amb la supressió dels processos dinàmics que actuen en l'edificació de les dunes (migració de sorres, evolució dels llacs interdunars d'acord amb la mobilitat de les dunes i el transport de sorra pel manteniment d'una aportació reguladora de sediments per la franja de la platja i canals dels estuaris). D'aquesta manera, l'àrea d'influència directa perd totes les seves característiques naturals per proporcionar continuïtat a les activitats i tasques quotidianes en l'etapa d'operació de la indústria eòlica.

2.6.3.Conflicte social: impactes sobre les comunitats tradicionals

En el litoral de Cearà s'hi troben moltes comunitats tradicionals pesqueres, indígenes, *quilombolas* (procedents d'esclaus negres) i d'agricultors. Els habitants d'aquestes poblacions són usuàries ancestrals de la biodiversitat i de la diversitat del medi en el que viuen, i per aquest motiu les fa dependents directes de la qualitat ambiental per la continuïtat de les seves activitats de subsistència (Meireles, 2008).

La instal·lació de parcs eòlics construïts al litoral de Cearà impacten tant els ecosistemes en els que es troben, com els ecosistemes veïns. D'aquesta manera, les activitats de subsistència de les comunitats pesqueres tradicionals es veuen directa i indirectament afectades per aquests projectes d'energia eòlica.

A part, la privatització dels camps de dunes on s'instal·len els parcs eòlics, impedeix a les comunitats veïnes seguir realitzant activitats tradicionals i d'oci en aquestes àrees (Brown, 2011).

El litoral del nord-est de Brasil és una zona amb un alt potencial turístic pels seus atractius naturals. Algunes comunitats tradicionals de la costa l'estan aprofitant duent a terme activitats d'Ecoturisme de Base Comunitària. El seu principal atractiu són els camps de dunes blanques i les extenses platges. Per aquest fet, els projectes de parcs eòlics en camps de dunes són una amenaça pel turisme i, per tant, per una de les principals economies potencials de les comunitats costaneres.

Un altre problema social és com es veu afectat el dia a dia d'algunes comunitats durant l'època de construcció del parc, com és el cas de Cumbe i Canavieira, del municipi cearense d'Aracati⁶. Entre altres queixes, els habitants d'aquestes comunitats es van reivindicar en contra del pas constant de camions, tractors i maquinària pesant, que accedien al camp de dunes a través de la carretera principal de la comunitat. Aquest pas causava polsegura, soroll i fang i les façanes d'algunes cases van quedar esquerdades (Brown, 2011).

2.7. Marc legal

Els camps de dunes necessiten una legislació que reguli i gestioni les activitats que s'hi poden dur a terme, impeding possibles impactes ambientals en aquestes zones i assegurant la conservació dels seus valors ecosistèmics.

Brasil disposa d'un sistema jurídic-constitucional que regula l'àrea ambiental. Aquest marc legislatiu està definit a la Constitució de la República del 1988, on es preveu l'obligació del Poder Públic de preservar i restaurar el medi ambient. A l'article 225, 1º, IV de la Constitució, s'exigeix un estudi d'impacte ambiental prèviament a la concessió de llicències d'obres o d'activitats potencialment causadores d'una significativa degradació del medi ambient.

El mateix article considera un dret de tots tenir el medi ambient de manera ecològicament equilibrada, i el defineix com un bé comú del poble. Per aquest motiu es va publicar l'any 1965 el Codi Florestal.

Llei nº4771/65 del Codi Forestal

El Codi Florestal imposa límits en els usos de la terra, intentant respectar la seva vegetació, i la considera un bé d'interès comú per tots els habitants de Brasil.

En aquesta mateixa llei també es defineix el concepte d'Àrea de Preservació Permanent:

“ Art. 1º, § 2º, II – Área de preservação permanente: coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a

⁶ Els conflictes socio-ambientals del Parc Eòlic Aracati es descriuen amb detall a l'apartat 5.8.2 d'aquest informe.

paisagem, a estabilidade geológica, biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”

En el cas dels camps de dunes, aquests són classificats a la llei com Àrea de Preservació Permanent a l'article 2:

“Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;”

Per altra banda, el Codi Forestal, protegeix les Àrees de Preservació Permanent de qualsevol actuació que suposi la supressió de vegetació en aquesta zona. Però només en els casos que no existeixi cap alternativa locacional o tecnològica pel projecte proposat:

“Art. 4º - A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto”.

El Codi Forestal va ser alterat per La llei del CONAMA 303/02, a on es va establir una única definició estricta pel terme *restinga*, considerant-la, també, Àrea de Preservació Permanent.

Resolució CONAMA nº 303 del 20 de maig del 2002

Definició de restinga:

“Art. 2º, (...)

Definició de restinga: VIII – restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorre em mosaico e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado.”

Àrees de Preservació Permanent:

“ Art. 3º - Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

IX – nas restingas:

b) em qualquer localização ou extensão quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;”

Per tant, les dunes es veuen legalment protegides tant pel Codi Forestal com per la Resolució del CONAMA 303/02 sent considerades pels dos casos Àrees de Preservació Permanent.

Llei Federal nº 7.661/1988 que estableix el “Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro”

La zona costanera de Brasil té el mateix valor constitucional que la Floresta Amazònica, la mata Atlàntica, la Serra del Mar i que el Pantanal, i és definida per la llei nº 7.661/88:

“Art. 2º. Subordinando-se aos princípios e tendo em vista os objetivos genéricos da PNMA, fixados respectivamente nos art. 2º e 4º da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, o PNGC visará especificamente a orientar a utilização nacional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

Parágrafo único: para os efeitos desta lei, considera-se Zona Costeira o espaço geográfico de interação marítima e outra terrestre, que serão definidas pelo Plano.”

L'Article 6è d'aquesta llei exigeix, per al llicenciament ambiental en Zona Costanera, un Estudi d'Impacte Ambiental (EIA):

“Art. 6º. O licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, com alterações das características naturais da Zona Costeira, deverá observar, além do disposto nesta Lei, as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro.

§2º Para o licenciamento, o órgão competente solicitará ao responsável pela atividade a elaboração do estudo de impacto ambiental e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, devidamente aprovado, na forma da lei.”

Resolució CONAMA nº 279/2001

El Consell Nacional de Medi Ambient de Brasil (CONAMA), després de l'apagada d'energia elèctrica del 2001 i volent promoure l'increment d'oferta energètica del país, va publicar la Resolució nº 279/2001.

En aquesta llei es considera condició suficient per obtenir la llicència ambiental, presentar un *Relatório Ambiental Simplificado* (RAS) per activitats de baix impacte ambiental. Els parcs eòlics, així com altres fonts alternatives d'energia, estan considerades instal·lacions elèctriques amb un baix potencial d'impacte ambiental.

D'acord amb l'article 2n d'aquesta resolució, el RAS, tot i no ser tan complet com un EIA, també ha d'estudiar els aspectes ambientals relacionats amb la localització, instal·lació, operació i ampliació de l'activitat o projecte. Aquest estudi conté, entre d'altres, les informacions relatives al diagnòstic ambiental de la regió on es du a terme el projecte, la seva caracterització, la identificació dels impactes ambientals, les mesures de control, mitigació i compensació i les seves alternatives.

La Resolució CONAMA 279/2001 troba fonaments de validesa en la “Medida Provisória 2.152/2001” (Art. 8é), que mitiga o anul·la els efectes de l'article 6º de la Llei 7.661/88.

Resolució CONAMA nº369, del 28 de març del 2006

La Resolució CONAMA 369/06, excepcionalment, autoritza la intervenció o supressió de la vegetació en àrees de preservació permanent (APP's) per obres essencials d'infraestructura destinades als serveis públics de transport, sanejament i energia (Art. 2º). Aquest fet faria legal la instal·lació de parcs eòlics a camps de dunes del litoral brasiler. Però, l'article 3r d'aquesta mateixa Resolució permet només la intervenció o supressió de vegetació en APP en els casos de no existir cap alternativa tecnològica o locacional, així com ho dictava el Codi Forestal al 1965.

Brasil compta amb una legislació que ajuda a protegir els ecosistemes d'alt valor ambiental. Tot i així, a partir de derogacions i contra-derogacions de les lleis existents, s'ha permès que es duguin a terme en els últims anys instal·lacions i activitats que potencien el creixement econòmic a canvi de la degradació del medi. És a dir, actuacions contràries al "Desenvolupament sostenible": concepte que va ser difós a la "Cumbre de la Terra" celebrada al 1992 a una de les principals ciutats de Brasil, Rio de Janeiro.

3. SITUACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

Els parcs eòlics instal·lats en camps de dunes del litoral de Ceará, no només afecten al medi natural sinó també a les comunitats properes a aquest. Per aquest motiu, és necessària la descripció de les característiques del medi natural, del medi social i del parc eòlic, que en el cas d'aquest estudi s'ha escollit el Parc Eòlic Aracati situat sobre el camp de dunes del curs baix del riu Jaguaribe.

3.1. Geografia

L'àrea d'estudi es troba al litoral del municipi d'Aracati, on actualment s'hi troba situat el Parc Eòlic Aracati pròxim a la comunitat de Cumbe, a l'estat de Ceará, al nord-est de Brasil, tal i com es mostra en el mapa de la figura 19.

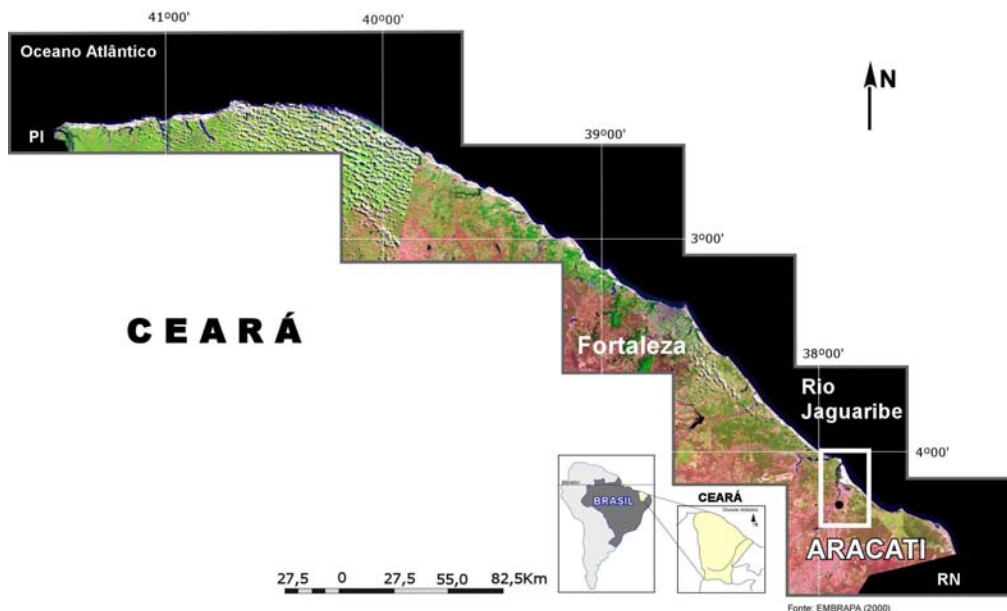


Figura 19. Mapa del litoral de Ceará.

Font: Meirelles.

El litoral de Ceará, on es troba el camp de dunes d'Aracati, té una extensió de 573km de línia de costa, i ocupa una àrea de 20 120 km², la qual està composta per diferents paisatges i trets característiques de la zona com platges sorrenques, camps de dunes, estuaris amb manglars, rius, llacs interdunars, penya-segats i planes litorals.

Les principals activitats econòmiques dutes a terme a aquest litoral són el turisme, la pesca, la aquicultura, l'agricultura i l'explotació terrestre de petroli (AQUASIS, 2003).

Aquesta és una de les zones amb més concentració poblacional del litoral de Brasil, presentant una densitat demogràfica de 178,13 hab/km², tres vegades superior a la mitja de l'estat. El litoral de Ceará, tot i representar només el 14% de l'àrea total de l'estat, conté el 49% de la població degut, principalment, a la presència de la Regió Metropolitana de Fortaleza (AQUASIS, 2003).

Un dels principals problemes ambientals per la gestió costanera són la ocupació desordenada de les dunes, de la línia de costa i dels penya-segats; la reducció de producció pesquera artesanal; el desmantellament i degradació dels manglars, desviament de cursos fluvials i alteracions significatives en els processos dels estuaris; erosió costanera; pèrdua de les característiques culturals de les comunitats tradicionals i amenaces a la biodiversitat marina (AQUASIS, 2003).

3.2. Geomorfologia

Tal i com es pot observar en el mapa de la figura 20 el litoral del municipi d'Aracati està compost per quatre unitats morfològiques: el camp de dunes, la plana fluvial del riu Jaguaribe, la plana fluvio-marina dels manglars i l'altiplà costaner.

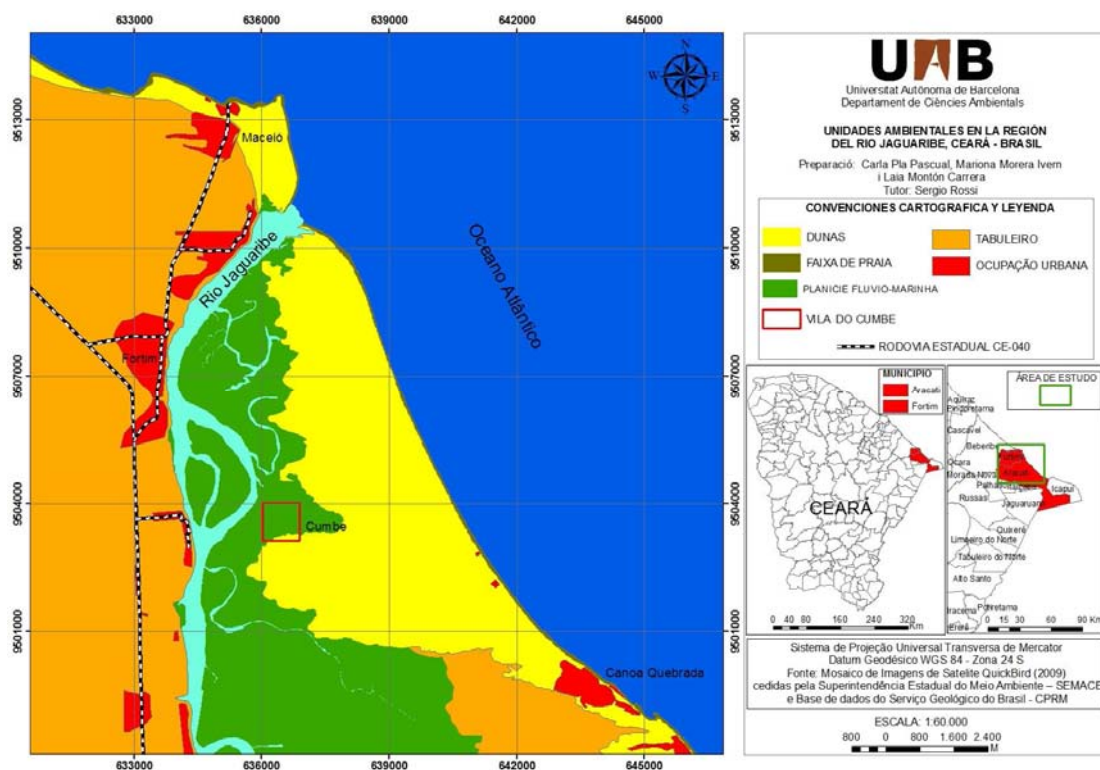


Figura 20. Unitats ambientals de la regió del riu Jaguaribe.

Font: Elaboració pròpia.

a. Camp de dunes

El camp de dunes⁷ del municipi d'Aracati està compost per dunes mòbils, dunes fixes, llacs interdunars i una depressió de deflació⁸. Està situat a prop de la comunitat de Cumbe i està format per dunes barcanes simples i barcanoides, que s'estenen des de Canoa Quebrada fins la desembocadura del riu Jaguaribe (RAS, 2002). Per una banda, les dunes fixes formen capes de barcanes simples i barcanoides, i dunes parabòliques. D'altra banda, les dunes mòbils, que són les més recents, són barcanes successives i de precipitació.

Actualment, les altes velocitats dels vents que bufen de SE-E estan provocant la migració de les dunes en aquesta direcció sobre la comunitat de Cumbe, fent que el canvi en el paisatge de la comunitat sigui notori. L'ús de tecnologia de contenció per les dunes i el cultiu de vegetació per la fixació de la sorra són tècniques utilitzades per evitar que les dunes avancin en direcció el riu Jaguaribe.

En aquest camp de dunes es creen llacs interdunars en el costat de sotavent a les èpoques de precipitació més elevada (Queiroz, 2007).

b. Plana fluvial del riu Jaguaribe

La plana fluvial que recobreix els sediments de la formació Barreiras té un sòl permeable i porós el qual permet que tingui un gran volum de recursos hídrics.

És una plana d'inundació amb sediments més grollers al fons i més argilosos a la superfície. Els dipòsits fluvials transcorren al llarg del curs del riu Jaguaribe i estan constituïts pels sediments del llit del riu i de la plana d'inundació, i és a la desembocadura a on aquests s'acumulen degut a la disminució de l'energia potencial de l'aigua (RAS, 2002).

c. Plana fluvio-marina dels manglars

La plana fluvio-marina està formada per sediments predominantment argilosos associats a matèria orgànica abundant. Aquesta està influenciada per processos tant continentals com marins, i és on es dona la barreja de l'aigua del mar amb la del riu. En aquest ambient d'estuari és on hi ha els manglars com els del riu Jaguaribe i els seus afluents. Aquests, s'estenen fins el límit de la zona coberta per l'aigua del mar, a la plana fluvial. El règim de mareas, el qual condiciona aquest ecosistema, pràcticament no té influència meteorològica. Les mareas de la costa de Cearà són caracteritzades per presentar dues pujades i dues baixades del mar, en el període d'un dia lunar.

d. Altiplà costaner

L'altiplà costaner, paral·lel a la línia de costa i de llargada variable, està situat a la part posterior de les dunes mòbils i fixes. Va ser format a partir dels sediments de la formació Barreiras. Aquest està format per altiplans retallats

⁷ Les característiques generals dels camps de dunes es descriuen a l'apartat 2.5 del capítol anteriors d'aquest mateix treball.

⁸ **Depressió de deflació:** és una plana horitzontal o lleugerament inclinada i de forma allargada, que proporciona sediments per la creació de dunes pel vent.

per valls allargades, constituint pendents poc elevats i d'inclinació suau en el sentit del mar.

Originalment constituïen una unitat contínua, però avui en dia, amb l'erosió deguda als cursos d'aigua, es presenten com testimonis isolats (RAS, 2002).

3.3. Integració entre els fluxos litorals

Al llarg de la plana costanera es poden definir fluxos energètics que interrelacionen les unitats morfològiques descrites anteriorment.

J. Meireles en un estudi publicat l'any 2006, va definir 6 tipus de fluxos d'energia al llarg de la plana costanera, relacionats directament amb la participació del camp de dunes en la regulació de l'aportació de sorra pel manteniment de la seva dinàmica. La integració es defineix a partir de la relació dels cossos eòlics amb l'origen i evolució dels penya-segats, terrasses marines, camps de dunes mòbils i fixes, llacs costaners i interdunars, franges de platja i planes inter-mareals. Aquests fluxos es poden observar a la figura 21, i es descriuen a continuació.

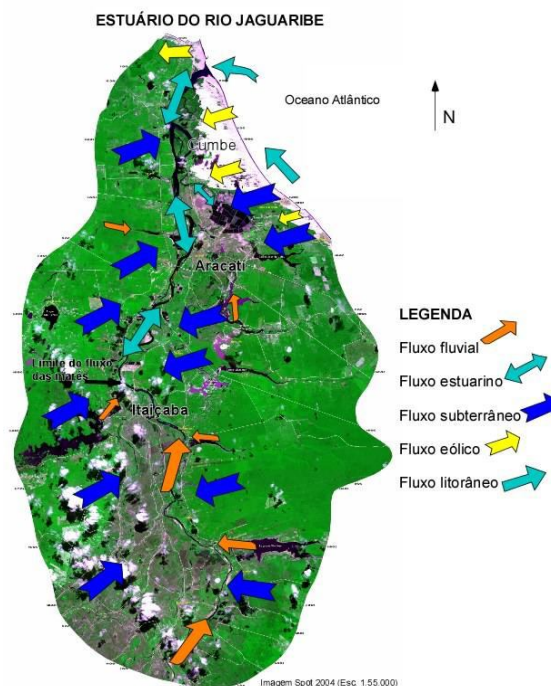


Figura 21. Disposició dels principals fluxos de matèria i energia a l'estuari del riu Jaguaribe.

Font. Queiroz, 2007.

- a. **Procés gravitacional:** està relacionat amb el transport de sediments de les escarpes dels penya-segats vius i paleo penya-segats, proporcionant materials pel desenvolupament de terrasses marines, pel cobriment de llacs i llacunes i material no consolidat per les dunes mòbils i la franja de platja.
- b. **Deriva litoral:** es dona al llarg de la franja de platja i la plataforma interna, i està relacionada amb l'angle entre les onades i la línia de costa, la

fisiografia de la zona costanera, la direcció general dels vents i l'acció de les mareas i corrents marines. La disponibilitat de sediments per aquest transport, està directament vinculada a l'extens camp de dunes del litoral del nord-est de Brasil.

- c. **Transport eòlic:** està representat pel flux de sediments a partir de la franja de platja cap a l'interior del continent, a favor dels vents dominants de l'est. La mobilitat dels sediments a causa de l'energia eòlica va ser la causa de la creació de grans camps de dunes, generalment instal·lats sobre terrasses marines i altiplans pre-litorals.
- d. **Sistema d'estuaris:** els indicadors morfològics de períodes eustàtics (els que reflecteixen els canvis del nivell del mar) revelen que les unitats associades als canals dels estuaris van ser inundats al Quaternari. Les capes de paleomanglar intercalades amb els sediments de platja i l'evolució dels bancs de sorra interns i a la desembocadura, van ser els principals elements morfològics i dinàmics per definir aquest sistema com a fonamental per la composició dels fluxos i l'aportació de sediments pel relleu costaner.
- e. **Flux fluvio-llacunar:** l'estació climàtica, la migració del camp de dunes i les alteracions del nivell del mar, controlen, en gran part, l'evolució dels sistemes fluvials a la zona costanera. Els camps de dunes, que es van originar durant els períodes regressius, van migrar sobre els canals fluvials i fluvio-marins, originant llacs que, als períodes de major flux fluvial, desobstruïen els canals interceptats per connectar novament amb el mar. Aquesta dinàmica està relacionada amb els períodes d'aportació de sediments a la línia de costa i, conseqüentment, per la mobilització eòlica i aportació de sorra als camps de dunes.
- f. **Aigües subterrànies:** les característiques topogràfiques, climàtiques, geològiques i morfològiques tenen les condicions geoambientals idònies per la participació de l'aqüífer a l'origen i desenvolupament dels llacs, llacs interdunars i dels estuaris. En el cas dels estuaris, l'aqüífer alimenta d'aigua dolça i de sediments fins, els canals que es troben a la zona de contacte amb l'altiplà i les dunes.

Aquest conjunt de fluxos s'integren en la composició de processos que afavoreixen l'origen de les unitats morfològiques de la plana costanera, i sobretot en la formació de les dunes (Meireles, 2006).

Com diu J. Meireles a l'estudi sobre l'impacte del parc eòlic de Camocim, es verifica que la implantació de parcs eòlics promourà la degradació de les zones marines, *restingas* i els fràgils ambients de manglar. S'han evidenciat potencials riscos d'impactes d'elevada magnitud en aquest ecosistema, especialment a sectors de la plana fluvio-marina, que són inductors de la diversitat marino-costanera de la regió, i funcionen com sistemes ambientals de reclutament de biodiversitat.

A més, aquests fluxos que controlen la dinàmica costanera estan sotmesos a una sèrie d'intervencions antròpiques relacionades, bàsicament, amb la implantació d'equipaments a zones que interfereixen directament a les accions dels processos sedimentaris, morfològics i oceanogràfics. Com a conseqüència

s'indueix a un nou comportament evolutiu, en gran part orientat cap a una acceleració de l'erosió (Meireles, AQUASIS, 2003).

Per altra banda, pel que fa a l'erosió i dipòsit de sediments del camp de dunes situat al municipi d'Aracati, s'ha identificat la influència del flux litoral, el flux eòlic, el flux estuari i el flux subterani, tal i com es mostra al mapa de la figura 22. En relació a aquests fluxos, s'identifiquen tres àrees font de sediments: les sorres de platja del sud de Canoa Quebrada, les terrasses marines holocèniques i les dunes antigues o paleodunes. Els sediments provinents d'aquestes tres fonts migren cap a l'interior, en direcció al límit oest del camp de dunes, format per dunes fixes. Aquestes són cobertes per les dunes mòbils, amb moviments típics d'allaus de sorra que els donen la característica de dunes de precipitació, les quals són interiors i no tenen contacte amb el mar (RAS, 2002).

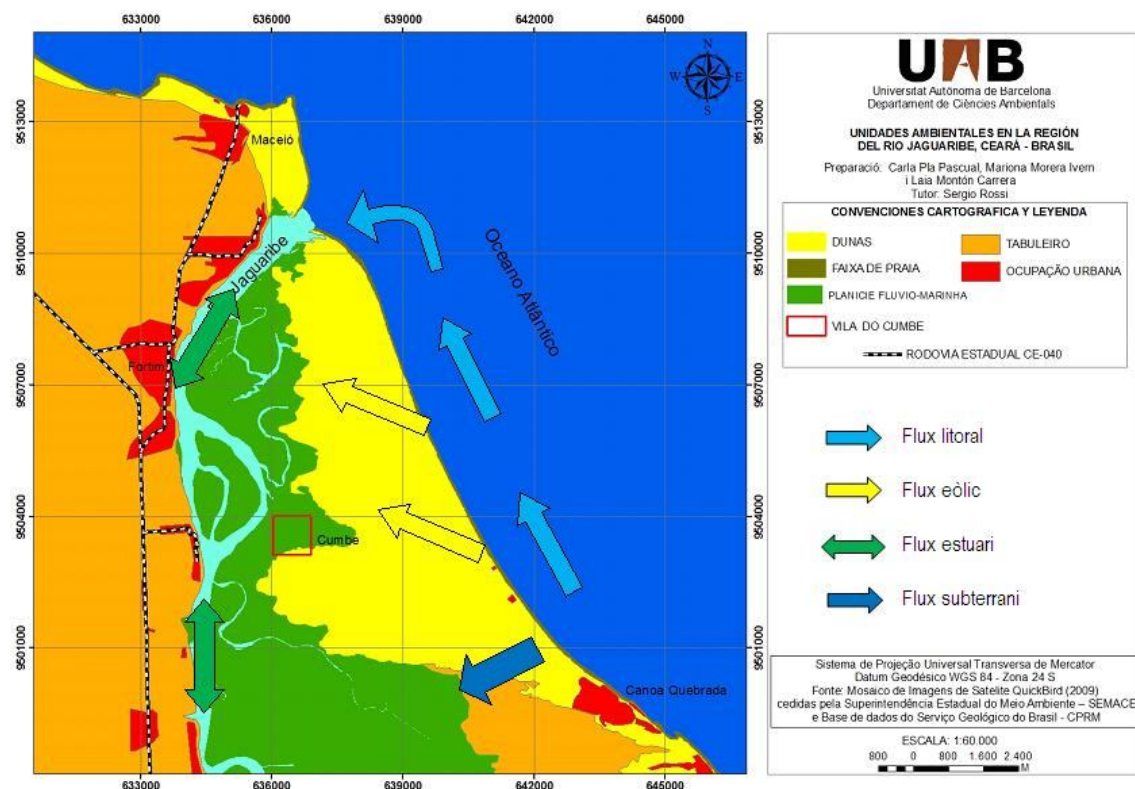


Figura 22. Disposició dels principals fluxos de matèria i energia a l'estuari del riu Jaguaribe.

Font. Elaboració pròpia a partir de dades extretes de Queiroz 2007.

3.4. Geologia

La geologia de la zona estudiada està representada bàsicament pels sediments terció-quaternaris de la formació Barreiras, sorres holocèniques, per franges de platja i camps de dunes, tal com es pot observar al mapa de la figura 23, (Carvalho, 2007).

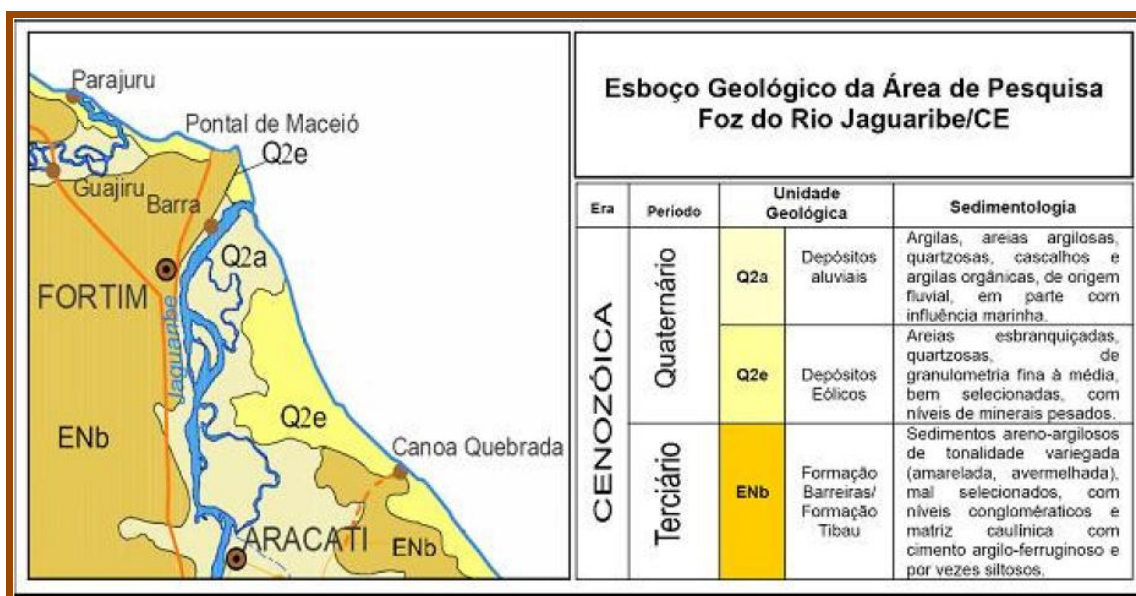


Figura 23. Esbós geològic de la desembocadura del riu Jaguaribe adaptada del CPRM, 2003.
Font. Carvalho, 2007.

La formació Barreiras està constituïda per sediments areno-argilosos, poc compactats, de coloració vermellosa, crema o groguenca. La granulometria varia entre fina i mitja, amb intercalacions conglomeràtiques.

Els dipòsits de la plana litoral estan constituïts per sediments no consolidats que formen les franges de platges, les fletxes litorals i les acumulacions de dunes que es distribueixen al llarg de la costa. Els sediments d'aquesta unitat estan representats per sorres blanquinoses, de granulometria fina a mitjana, i compostos per grans de quars. Aquests formen sòls quars-arenosos profunds, excessivament drenats, àcids i amb una fertilitat molt baixa. El seu ús és limitat per l'excessiva acidesa, la susceptibilitat a l'erosió i la baixa retenció d'humitat.

Els dipòsits fluvials estan formats per sediments d'origen fluvial, influenciats per l'acció marina, de períodes recents, i representats principalment per argiles, sorres i graves. Aquests formen sòls profunds, mal drenats, molt àcids i de fertilitat natural molt baixa (Carvalho, 2007).

3.5. Clima

El litoral de Ceará presenta un clima típic de regions semi àrides amb accentuades variacions caracteritzades, principalment, pels règims de pluges i els vents alisis de l'est que determinen dues estacions ben diferenciades al llarg de l'any: hivern i estiu.

Durant el primer semestre, de gener a juny, esdevenen el 90% de les precipitacions anuals i, consegüentment, un gran excedent hídric. A més, la baixa intensitat dels vents i la disminució de la insolació, degut a la major presència de núvols, generen una evaporació relativament baixa.

En aquesta època la dinàmica costanera és menys pronunciada, ja que el transport eòlic de sediments es veu reduït per la baixa intensitat dels vents i per la humitat del sòl sorrenc.

Durant el segon semestre, de juliol a desembre, s'inicia el període d'estiu. La reducció de la precipitació i la intensa insolació comporten a una deficiència hídrica deguda també als forts vents alisis que augmenten la taxa d'evaporació i potencien la dinàmica costanera (AQUASIS, 2003).

La concentració de pluges a l'estat de Ceará és deguda a la proximitat en que es troba de la Zona de Convergència Intertropical (ZCIT). La ZCIT és un cinturó de baixa pressió format sobre els oceans equatorials degut a la convergència dels vents alisis del nord-est i del sud-est, i constitueix una franja d'alts nivells de precipitació i moviment ascendent de l'aire.

Les variacions estacionals de la precipitació a Ceará estan fortament relacionades a les oscil·lacions de latitud de la ZCIT sobre l'Atlàntic, sent l'estació plujosa coincident amb quan la posició de la ZCIT és al sud i assolint el màxim nivell durant els mesos de març i abril.

A mesura que aquesta comença a retrocedir cap a l'hemisferi nord, assolint la màxima posició al nord als mesos d'agost i setembre, l'aire ascendeix sobre la ZCIT i descendeix sobre l'Atlàntic Subtropical Sud, generant condicions poc propícies per la formació de núvols a la regió (AQUASIS, 2003).

a. Règim de precipitació

Com s'ha esmentat anteriorment, les pluges presenten una forta concentració intra-anual, esdevenint aproximadament el 90% de la precipitació el primer semestre.

La precipitació mitjana al municipi d'Aracati és de 935,9 mm (FUNCEME/IPECE, 2011), sent de gener a abril el període més plujós.

b. Règim de temperatures

La temperatura mitjana de l'any 2011 a Aracati va oscil·lar entre els 26°C i 28°C, sent la temperatura màxima entre 31°C i 32°C (FUNCEME/IPECE). Les temperatures d'aquesta regió es poden considerar relativament estables i d'amplituds reduïdes i els valors mínims s'assoleixen després de l'època plujosa o hivern (de gener a juny), sense ser inferiors als 20°C.

c. Règim d'insolació

Els mesos amb valors d'insolació més baixa a Aracati són els mesos d'abril i maig, sent de 192 i 187 hores respectivament, el 1992, degut a la presència de nuvolositat de la ZCIT. En canvi, el mes amb els valors d'insolació més elevats és l'octubre, amb un valor de 318 hores (AQUASIS, 2003).

d. Règim dels vents

El règim eòlic al litoral de l'estat de Ceará està regit, bàsicament, pels vents alisis provinents de l'est. Durant el primer semestre, predominen els vents alisis del nord-est, que tenen una velocitat mitjana de 4m/s. El segon semestre predominen els vents alisis del sud-est, els quals bufen a una velocitat mitjana de 7m/s. Aquests últims són més intensos i tenen menys humitat que els vents del nord-est, sent així els més importants per la geomorfologia costanera de Ceará ja que mobilitzen una major quantitat de sediments durant el període en el que predominen (Carvalho, 2007).

Tot i així, l'origen dels vents predominants al llarg de l'any és entre l'est i el sud-est (AQUASIS, 2003).

e. Règim d'evaporació

Aquesta regió es caracteritza per altes taxes d'evaporació, la qual cosa comporta una pèrdua significativa de reserves d'aigua acumulades, i contribueix al dèficit hídric a la conca. L'evaporació mitjana anual a Aracati l'any 1992 va ser de 2091 mm. Duran l'època seca, de juliol a desembre, correspon un 60% de l'evaporació, sent els mesos d'agost, setembre i octubre els més crítics (AQUASIS, 2003).

Relacionant els factors descrits anteriorment amb la dinàmica dels camps de dunes del litoral, es pot observar, a la figura 24, que el segon semestre es presenten les condicions òptimes per la migració dels sediments dunars: baixa precipitació, elevada insolació i velocitat dels vents.

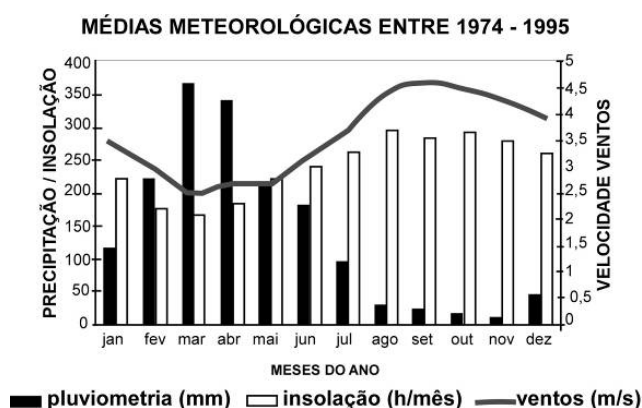


Figura 24. Mitjanes meteorològiques (mitja entre 1974 i 1995, FUNCEME, 1996).

Font. Meireles, 2006.

3.6. Flora i fauna

La vegetació es reflecteix en la composició de paisatges a través de la seva interacció amb els altres components naturals com el clima, els sòls, les roques, el relleu o els recursos hídrics (Pereira & Silva, 2005).

L'àmbit de l'àrea d'estudi on es troba el camp de dunes està format per diferents unitats de vegetació (Carvalho, 2007):

- La **vegetació pionera psamòfila** s'estén al llarg del litoral de l'estat, als ambients de platja, on predominen els terrenys sorrenys, podent-se estendre fins a les dunes a la seva vessant de sobrevent. És una vegetació herbàcia composta per espècies tolerants a la salinitat, als forts vents i a la intensa radiació solar. Formen part d'aquesta unitat espècies herbàcies i gramínies com la *salsa* (*Ipomea assarifolia*), la *salsa de praia* (*Ipomea pes-caprae*), o el *pinheirinho da praia* (*Remirea marítima*), entre d'altres. Aquestes espècies són de gran importància ja que actuen dificultant el transport eòlic de les sorres.
- La **vegetació subperennifòlia de les dunes** es desenvolupa en les superfícies de les dunes més antigues i estabilitzades que havien estat cobertes per la vegetació pionera. Les espècies són generalment

arbustives a la zona de sobrevent i arbòries a baix de la zona de sotavent. Aquesta vegetació també es pot trobar als voltants dels llacs interdunars, i té un paper fonamental en la estabilització del relleu, disminuint l'avanç dels sediments dunars cap a l'interior. Entre els arbustos característics de la zona es destaquen el *cajueiro* (*Anacardium occidentale*), el *murici* (*Byrsonima* sp.), *goiabinha* (*Psidium* sp.), entre d'altres.

Pel que fa a la fauna, cal destacar que aquesta àrea és una zona en la qual es troben 151 espècies d'aus que habiten entre els ecosistemes citats anteriorment, segons el *Relatório Final Outubro 2011* de l'empresa Bons Ventos. Les 151 espècies d'aus que es troben a la zona es llisten en base al nivell en el que es veuen en perill d'extinció a causa de la presència del parc eòlic:

- 7 estan en alt risc (*Himantopus himantopus*, *Vanellus chilensis*, *Eretta caeruba*, *Caraguys atratus*, *Polyborus planaus*, *Egretta thula* e *Cosmerodius albus*)
- 20 en risc moderat
- 29 en risc mitjà
- 71 en risc baix
- 14 en poc risc
- 20 tenen risc nul

3.7. Hidrologia

El camp de dunes del municipi d'Aracati està situat dins l'estuari de la conca hidrogràfica del Baix Jaguaribe. El riu Jaguaribe, el recurs hídric més important de l'estat de Ceará, neix a la serra Joaninha, al municipi de Tauá, i desemboca al municipi de Fortim, recorrent uns 610 km en el seu curs (Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, 1992).

3.7.1. Recursos hídrics superficials

Encara que la ciutat d'Aracati estigui envoltada pel riu més gran de Ceará, les seves reserves hídriques superficials són limitades.

Al municipi hi ha 17 embassaments, i en les seves cotes màximes reserven 30.050.000 m³, que són complementats per 589 000 m³ dels vuit llacs que hi ha al municipi. (RAS, 2002)

3.7.2. Recursos hídrics subterranis

El camp de dunes de la zona d'estudi destaca per ser una gran unitat geològica amb un alt potencial per presentar aqüífer. La seva producció de flux és de l'ordre de 5 a 10 m³/h. La disponibilitat actual d'aigua, extreta del Departament de Recursos Hídrics, és de 1 242 606 m³/any als aqüífers de les dunes i de 37,12 m³/any als aqüífers fluvials (RAS, 2002).

El sistema hidrogeològic associat a aquest camp de dunes va ser estudiat l'any 1998 per João Manoal Filho, Mário Valença dos Santos i Edilton Carneiros Feitpsa. Aquest projecte tenia com a objectiu realitzar una diagnosi de l'àrea de captació de la CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) a l'aqüífer de Cumbe.

El reservori localitzat a la comunitat de Cumbe és explotat per la CAGECE des del 1977, amb una descàrrega mitjana mensual de 214 m³/h per l'abastiment humà, a l'any 1998. En aquell any es considerava que amb aquesta descàrrega la ciutat d'Aracati seria atesa de forma precària, ja que la demanda en aquell moment ja era molt superior a la descàrrega, i es preveia que a l'any 2005 hi hauria una necessitat de 460 m³/h. Segons dades del 2009, CAGECE abastia el 91,39% de la població d'Aracati. Però des de l'any 2011, coincidint amb la implantació del parc, aquest aquífer ja només abasteix d'aigua a Cumbe i a la comunitat de Canaviera, mentre que a Aracati arriba l'aigua a partir del *Canal do Trabalhador*⁹ (CAGECE, *com. verb.*).

Al sistema hidrològic s'hi pot observar el següent complex d'aqüífers: un primer aquífer més superficial, amb 9,5 m de gruix de sorra, i un inferior, també essencialment sorrenc, amb un gruix superior a 20 m. Els dos aquífers es troben separats per una capa d'argila negra de 10,5 m de gruix.

En aquest estudi es va comprovar una diferència significativa de salinitat entre els dos aquífers: 166 mg/l en el freàtic i 2959 mg/l en el confinat, així doncs l'inferior es pot caracteritzar com a un aquífer d'aigua salada. Al mapa de la figura 25 es mostren els talls geològics realitzats per entendre la disposició dels aquífers.

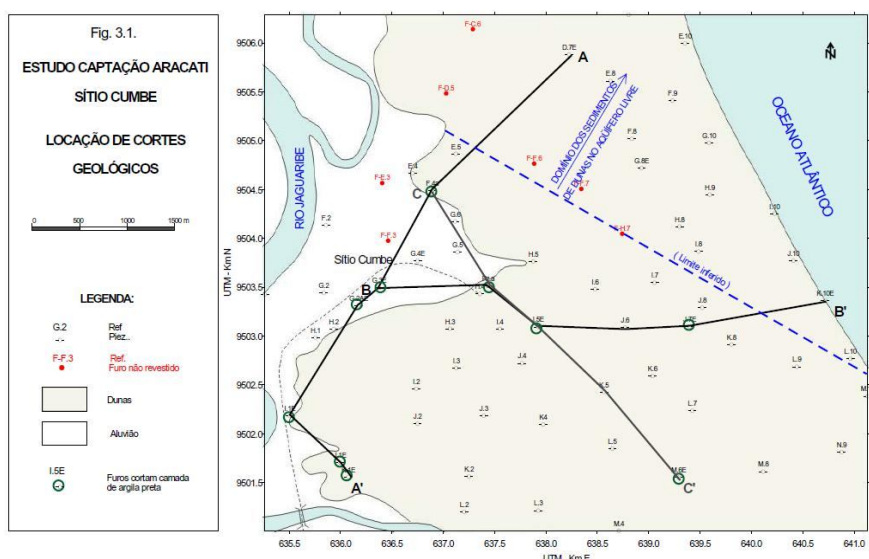


Figura 25. Localització dels talls geològics de la zona d'estudi.

Font. Manoel, J. et al., 1999.

⁹ **Canal do trabalhador:** és un canal que capta l'aigua del riu Jaguaribe provinent de l'embassament dels Óros.

Fig. 3.2 - ESTUDO DA CAPTAÇÃO DE ARACATI

**SÍTIO CUMBE
CORTES GEOLÓGICOS**

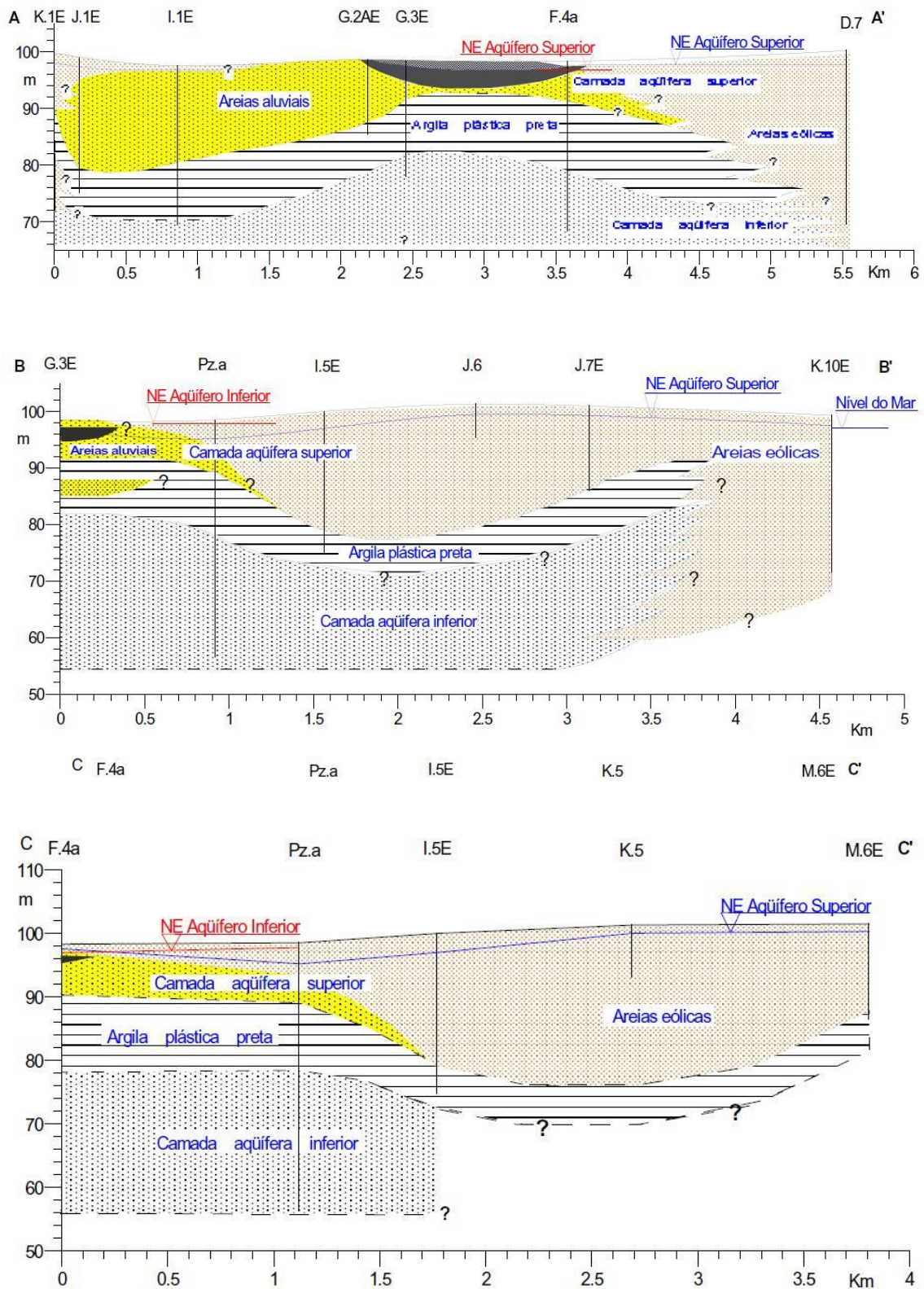


Figura 26. Perfils dels talls geològics anteriors.

Font. Manoel, J. et al., 1999.

La capa d'argila separa les sorres fluvials i eòliques sobrejacentes (l'aqüífer superior amb aigua dolça) de les subjacents (l'aqüífer inferior en general amb aigua salada) i tendeix a impedir l'avanç de l'aigua salada cap a dalt. El benefici d'aquest impediment es va observar en plena àrea de captació des d'on s'obté aigua dolça, tot i tenir un nivell inferior salinitzat. Per altra banda, aquesta capa sofreix una reducció del seu gruix degut a la pressió dels sediments mòbils situats per sobre de la mateixa.

L'estudi també inclou un mapa de resistivitat aparent (que es basa en la conductivitat elèctrica que té el sòl) en el qual s'observa una disminució de la salinitat a la franja sud-est del mapa a on comencen les dunes mòbils, mentre que en la direcció nord-oest s'observa un augment molt significatiu de la salinitat, coincidint amb els manglars del Riu Jaguaribe.

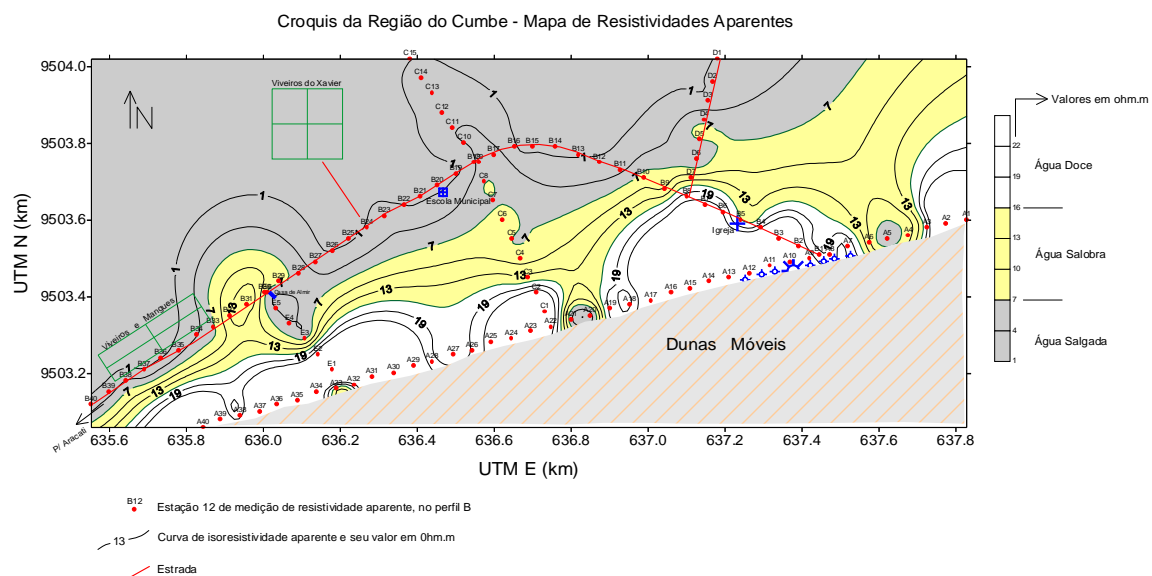


Figura 27. Mapa de resistivitats aparents.

Font: Manoel, J. et al., 1999.

Així doncs, en la mapa de la figura 27 es pot observar que el llençol d'aigua dolça queda pràcticament reduït a una faixa de 150 a 200 m.

Finalment, l'estudi hidrològic determina que l'aqüífer només es recarrega pràcticament a partir de 200 mm de pluja anual. La probabilitat d'ocurrència d'aquest volum pluviomètric és de 94,83%, és a dir, el risc de no haver renovació de les aigües subterrànies és del 5,2%.

3.8. Comunitat de Cumbe

La comunitat de Cumbe està situada dins del municipi d'Aracati, el penúltim municipi del litoral est de Ceará, i es troba a una distància de 12 km de la ciutat d'Aracati. Cumbe fa frontera a l'est amb el camp de dunes i a l'oest pel tram baix del riu Jaguaribe, i està situat sobre la plana fluvio-marina en la qual hi ha la presència dels manglars. A la comunitat s'hi pot accedir a través d'un camí sorrenc que connecta la ciutat d'Aracati amb les comunitats de Canaviera i

Cumbe. També s'hi pot accedir des del riu Jaguaribe o a través de les dunes que envolten la comunitat (Lima, 2004).

3.8.1. Història de Cumbe

Cumbe és una de les comunitats tradicionals situades a la costa brasilera que es caracteritzen pel lligam que estableixen amb la naturalesa degut a l'immens coneixement de tècniques de manipulació, poca acumulació de capital, ús de tecnologies compatibles amb el medi ambient i per la importància que donen a la unitat familiar (Queiroz, 2007).

La comunitat està envoltada de dunes, manglar, *carnaubais* i finques amb plantacions. La relació amb la naturalesa es basa en la utilització dels recursos que aquesta ofereix: terres idònies pel cultiu de canya de sucre i d'arbres fruiters; un gran reservori d'aigua subterrània a les dunes, que proporcionaven una bona irrigació amb l'ajuda dels molins de vent de l'època; el riu, font de provisió de peixos; el manglar, amb molts crustacis, font de subsistència i posteriorment producte de venda i la carnauba, utilitzada com a fusta, palla i cera, entre altres recursos (Freire, 2009).

Els documents més antics ens revelen que la comunitat de Cumbe existeix fa, aproximadament, 199 anys. En un d'aquests es veu representada la comunitat de Cumbe en un mapa del port i de la vila d'Aracati, fet per Antônio Jozé da Silva Paulet l'any 1813.

Tot i així, existeixen dades de la ciutat d'Aracati anteriors a aquest any. Els primers habitants de les terres d'Aracati van ser els indis Potyguara, que van ser els que van posar nom a aquesta regió. Aracati prové de la llengua tupí¹⁰ i el seu significat original és "bons temps" segons Barba Alardo. Segons Teodoro Sampaio el seu significat és "molt vent" (Aracati histórico).

La presència d'indis també va deixar empremta a les dunes pròximes a Cumbe en forma de restes arqueològiques. Segons l'estudi arqueològic de Verónica Viana hi ha identificades 71 àrees d'interès arqueològic representades per restes històriques i pre-històriques, datades de fa 12 000 i 500 anys, respectivament.

A tota la vall del riu Jaguaribe va haver una presència significativa d'esclaus negres. Cumbe no va ser una excepció, sent un dels llocs habitats per la població negra, i recollint en el seu topònim la referència africana o afro-brasilera. Segons Ratts, en el seu estudi del 2000 "Cumbe és el nom que, a Veneçuela, es dona als quilombos – comunitats formades per negres a l'època esclavista" (Silva, 2004).

La comunitat de Cumbe, tal i com explica l'historiador Antonio Bezerra, tenia 12 molins de vent fets de carnauba pel servei d'irrigació, bombejant aigua del subsòl, de 2 quilòmetres de terres òptimes per el cultiu de canya. Segons una Comissió Científica de l'any 1859, aquests molins van ser vistos per primer cop en aquesta comunitat el 1861 (Silva, 2004).

¹⁰ **Llengua tupí:** Família de llengües indígenes d'Amèrica.

A Cumbe existien dotze grans finques (*sítios*) en les que es desenvolupaven cultius de subsistència com la mandioca, la banana, i principalment, la canya de sucre. El “Sitio Gloria”, el més important d’aquests, avui en dia està soterrat per les dunes, de la mateixa manera que molts dels *sítios* que es trobaven als voltants del municipi d’Aracati (Freire, 2009).

Degut a la seva localització i a la composició dels sòls, a Cumbe succeïen alguns fenòmens naturals, que al llarg de la història s’han transformat en llegenda. Segons Lima, als turons de dunes de Cumbe s’escoltaven de tant en tant forts sorolls confusos, acompanyats del moviment de les sorres. Alguns estudis van intentar explicar aquest fenomen. Una de les explicacions amb un punt de vista més científic és la de Alípio Luís Pereira da Silva, que afirma:

“Grande parte dos terrenos aí são antigos brejados e neles fazem-se plantações de cana. Tem-se visto, precedidos de fortes ruídos subterrâneos, parte dêsses terrenos que se compõem de barro lamacento, se elevar de repente, com as respectivas plantações, a altura de vinte e trinta palmos. Atribuo êste fenômeno ao pêso dos morros de areia que se formaram sobre aqueles brejos e que, por não acharem um solo ainda consolidado, descem, produzindo esses deslocamentos” (citat per LIMA, 1956). (Silva, 2004)

Altres persones més supersticioses atribueixen aquest fenomen a la llegenda del Rei Dom Sebastião:

“No morro do Sítio Cumbe, está encantado o rei de Portugal, El Rei Dom Sebastião, com sua cavalaria. Em certos dias, nas noites de luar, D. Sebastião, ao som de seus tambores de guerra, sai passeando pelas encostas do morro acompanhado de sua tropa”. (Silva, 2004).

És evident, llavors, que les dunes i el moviment d’aquestes, formen part de la història de Cumbe, i encara segueixen tenint un paper molt important per la comunitat. Actualment els habitants de la comunitat utilitzen aquesta zona per desenvolupar activitats de lleure, com per exemple banyar-se als llacs interdunars, jugar a pilota i passejar. Segons alguns habitants de la comunitat (*com. verb.*), aquestes dunes també servien com a refugi dels habitants de Cumbe en èpoques d’inundacions causades pels períodes d’avinguda del riu Jaguaribe. Quan Cumbe s’inundava anaven a viure a dalt de les dunes durant un temps fins que podien tornar a la comunitat.

La gent de Cumbe (*com. verb.*), explica que al turó més alt de la localitat, a petició d’Abel Francisco Lopes¹¹, es va aixecar l’any 1900 una creu de 10 metres d’altura, en commemoració a l’entrada del nou segle XX. Des d’aleshores el turó de la Santa Cruz es va tornar sagrat, sent el lloc on la comunitat enterrava, i encara enterra, els morts, fent del turó el cementiri de la comunitat (Queiroz, 2007).

José Correia¹² (*com. verb.*) explica que el turó de la Santa Cruz era el punt més alt que es veia des de qualsevol lloc de la comunitat. Actualment, després de la

¹¹ Gran propietari de terres de la comunitat de Cumbe.

¹² Actual President de l’Institut del Museu Jaguaribano i habitant de Cumbe.

instal·lació del Parc Eòlic Aracati, la Santa Cruz es fa petita al costat de tots els aerogeneradors, quedant gairebé invisible des de la comunitat.

3.8.2. Demografia i activitat econòmica

La població de la comunitat de Cumbe està composta per famílies de pescadors, agricultors i artesans, amb aproximadament 621 habitants distribuïts en 155 famílies, segons la Secretaria Municipal de Salut d'Aracati en el cens de l'any 2012 (ANNEX IV).

Aquesta comunitat correspon al 0,9% de la població d'Aracati, que és de 69.159 habitants (IPECE, 2011).

A finals de la dècada del 1970, Cumbe era exportadora de productes agrícoles com coco, banana, mango i canya de sucre. Les ruïnes d'alguns enginys de canya de sucre i els molins de vent, revelen una història d'estreta relació amb la naturalesa (Queiroz, 2007).

A finals de la dècada dels anys 80 l'activitat que dominava era la producció de la canya de sucre, utilitzada en la fabricació de *cachaça*. La producció de sal i l'agricultura també formaven part de l'activitat econòmica de la regió. Aquestes activitats han disminuït, i actualment destaca la producció de gambes, que s'ha desenvolupat des de finals del 1980.

Cal esmentar que aquesta comunitat ha establert un fort vincle amb la supervivència dels recursos dels manglars a través de la pesca i el marisc. Des de l'any 1989 es van començar a instal·lar viviers per la cria de gambes, i en poc temps han passat a ser una part significativa del territori de Cumbe. Aquest fet impacta amb una reducció dels espais de realització d'activitats extractives de subsistència, posant en risc una font assegurada d'aliment per la comunitat i derivant, conseqüentment a una alteració considerable en la dinàmica de vida de la població (Queiroz, 2007).

En general, durant les últimes dècades, comunitats com la de Cumbe estan experimentant un fort període de grans i ràpides transformacions dels seus espais i formes de vida. Les principals activitats tradicionals que es desenvolupen a la zona, es veuen substituïdes per noves activitats econòmiques que segueixen la lògica del desenvolupament i amenacen la persistència dels hàbits de vida més tradicionals (Lima, 2002).

3.9. Parc Eòlic Aracati

A Cumbe, la força del vent s'ha utilitzat des dels inicis de la seva història, aprofitant-la per fer moure les aspes de molins artesanals esmentats anteriorment. Actualment, aquesta força és utilitzada per uns nous molins de vent, els aerogeneradors.

3.9.1. Característiques del Parc Eòlic Aracati

La construcció del Parc Eòlic Aracati, situat al camp de dunes del municipi d'Aracati, va començar a l'any 2008, i va esdevenir operatiu a partir de l'any 2010. Aquest projecte va ser assignat pel Govern de l'Estat de Cearà, segons el qual, la seva principal finalitat era incentivar la producció d'electricitat basada en fonts d'energia renovables al territori cearense. La constructora del parc va ser una empresa d'energia eòlica brasilera, Bons Ventos Geradora d'Energia S.A. Segons el catàleg publicitari de l'empresa, la instal·lació va ser finançada pel *Banco do Nordeste/FNE*, el *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico* (BNDES) i el *Nordic Investment Bank* (NIB) (Bons Ventos, 2010).

Segons Bons Ventos, l'àrea on ha estat instal·lat el parc és òptima per aquest tipus de projectes gràcies a: la seva localització, pròxima a la platja on els vents són més constants i intensos; per la topografia de la zona, la qual és elevada i poc accidentada; per la seva proximitat a vies d'accés; i per la disponibilitat d'una gran àrea al litoral de Cearà sense ocupació urbana.

El parc Eòlic Bons Ventos Aracati està compost per 67 aerogeneradors, entre els quals es reparteixen 138,5 MW de potència instal·lada generant un total de 501,7GWh/any i dividit en tres unitats tal i com mostra la figura 28 (Viana, 2008):

- Unitat 1 – Canoa Quebrada, amb 57MW de potència, repartida en 28 aerogeneradors Suzlon de 2,1MW cadascun, i instal·lada en una àrea de 656,6523ha en l'interval comprès entre les coordenades:

Latitud: 04° 34'58.496300" S

Longitud: 37° 42'02.151300" W

- Unitat 2 – Bons Ventos, amb 50MW de potència, repartida en 24 aerogeneradors Suzlon de 2100MW cadascun, i instal·lada en una àrea de 590,6296ha en l'interval comprès entre les coordenades:

Latitud: 04° 28'12.362504" S

Longitud: 37° 45'15.788814" W

- Unitat 3 – Enacel, amb 31,5MW de potència, repartida en 15 aerogeneradors Suzlon de 2100MW cadascun, i instal·lada en una àrea de 300,0376ha en l'interval comprès entre les coordenades:

Latitud: 04° 30'20.555861" S

Longitud: 34° 45'27.790058" W

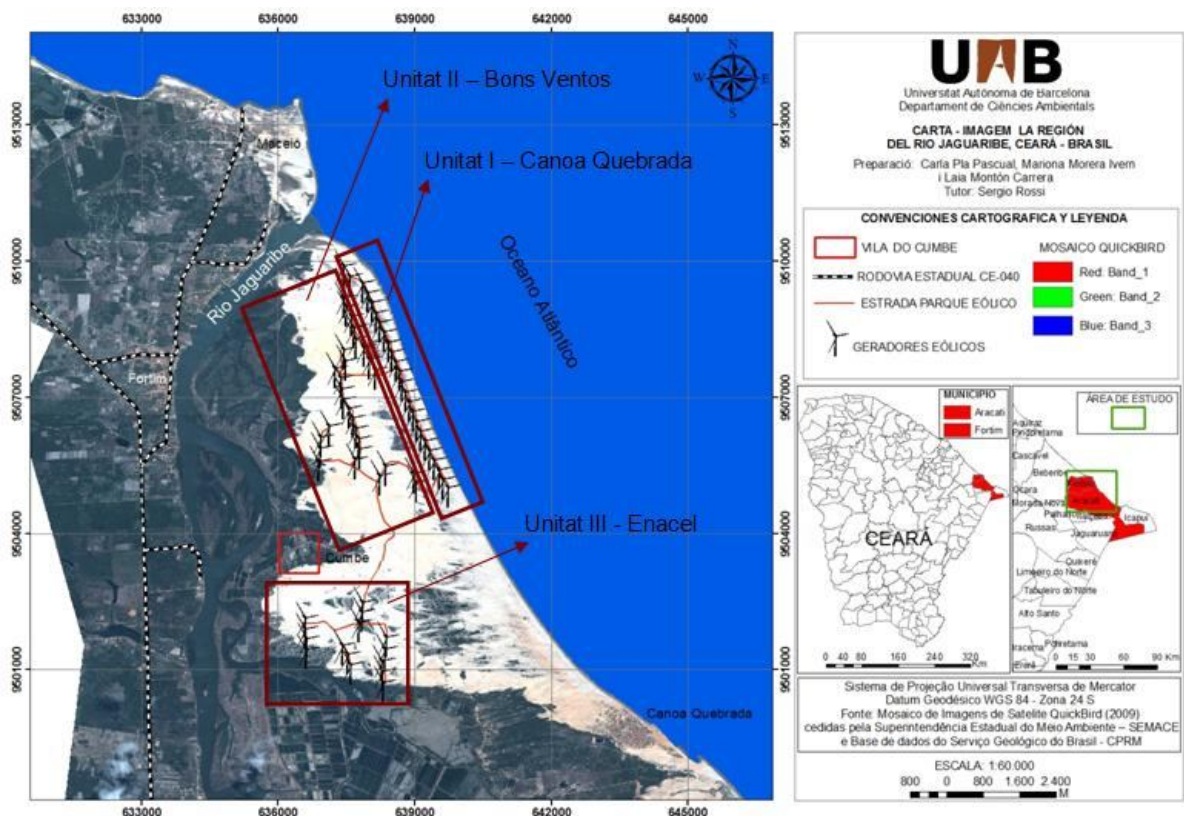


Figura 28. Localització de les unitats que conformen el Parc Eòlic Aracati.

Font. Elaboració pròpia.

Durant la fase de construcció del parc es va haver de realitzar una obertura de vies d'accés a les dunes, ja que no existeixen carreteres de Cumbe a la zona de la instal·lació. L'accés es va fer a partir de la pista de *buggies* que existia, i es va haver de pavimentar amb un recobriment de grava per permetre el flux i estabilitat dels camions pel transport dels equipaments. Aquests accessos són els que ara s'utilitzen pel manteniment dels aerogeneradors.

Cada aerogenerador està separat per una distància mínima de 200 m i unit pels camins anomenats anteriorment, que possibiliten l'accés al parc i el moviment de vehicles de manteniment pel seu interior (Bons Ventos, 2010).

Per la construcció dels fonaments de cada aerogenerador es va haver de preparar un terreny quadrat amb una àrea de 15 x 15 metres. Dins d'aquesta es va construir una base circular de 13,20 m de diàmetre de formigó amb un anell d'acer de 3,90 metres de diàmetre al centre, per fixar la torre i la canalització per la qual surten els conductors d'energia elèctrica (RAS, 2002). Per realitzar aquesta obra s'han utilitzat 13 179,21 m³ de formigó amb 1127,05 tones d'acer i 1350 estakes de 70 centímetres de diàmetre, a 15 metres de profunditat (Bons Ventos, 2010).

La xarxa interna subterrània, a 4 metres de profunditat, està composta per 38.300 m de cables blindats de 34,5 kV que uneixen els aerogeneradors amb la subestació elevadora situada a la comunitat de Cumbe.

La subestació elèctrica consta de dos transformadors trifàsics que eleven la tensió de 34,5 kV a 230 kV per poder ser transportada per una línia de

transmissió d'una extensió de 63 km, fins a la *Subestação Russas* de la CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco) on és integrada a la seva xarxa per poder ser enviada a COELCE, la distribuïdora d'energia de la regió de Ceará (Bons Ventos, 2010).

3.9.2. Descripció dels impactes ambientals

Els impactes ambientals provocats per la instal·lació del parc eòlic en el camp de dunes d'Aracati van ser estudiats per J. Meireles durant l'etapa de construcció. Les actuacions que van causar els impactes ambientals i ecològics van ser els mateixos que els descrits en els seus estudis previs¹³:

- Desmantellament de dunes fixes a causa del moviment de grans volums de sorra.
- Soterrament de dunes fixes per les activitats de moviment de sorra.
- Soterrament de llacs inter-dunars, també causats per les activitats de moviment de sorra.
- Talls i acumulació de terres en les dunes fixes i mòbils
- Àrees remogudes i compactades que seran modificades per la construcció de vies d'accés.
- Introducció de material sedimentar per a la impermeabilització i compactació del sòl.
- Instal·lació dels aerogeneradors.

Tots aquests impactes contribueixen a la degradació del camp de dunes d'Aracati alterant les funcions de les dunes fixes i mòbils, les àrees humides i la dinàmica ambiental de la plana litoral. Degut a que no es tracta d'un sistema aïllat, aquesta degradació pot interferir en els processos ambientals que es troben directament relacionats amb la dinàmica del camp de dunes, suprimint així funcions que s'integren amb altres sistemes costaners (Meireles, 2011).

A part, la introducció d'aerogeneradors i altres equipaments en àrees de camps de dunes, provoquen un impacte paisatgístic molt significatiu. A continuació es mostra la comparació d'imatges del camp de dunes pròxim a Cumbe i Canavieira anteriors i posteriors a la instal·lació del Parc Eòlic Aracati:

¹³ Els impactes ambientals provocats durant la construcció de parcs eòlics en camps de dunes es descriuen a l'apartat 2.4.1 d'aquest informe.



Figura 29. Comparació del paisatge de Canoa Quebrada des de Cumbe de l' any 2009 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.



Figura 30. Comparació del paisatge amb vistes al mar de l' any 2009 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.



Figura 31. Comparació de la lagoa Pituca l' any 2010 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.



Figura 32. Comparació de la duna João I' any 2009 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.

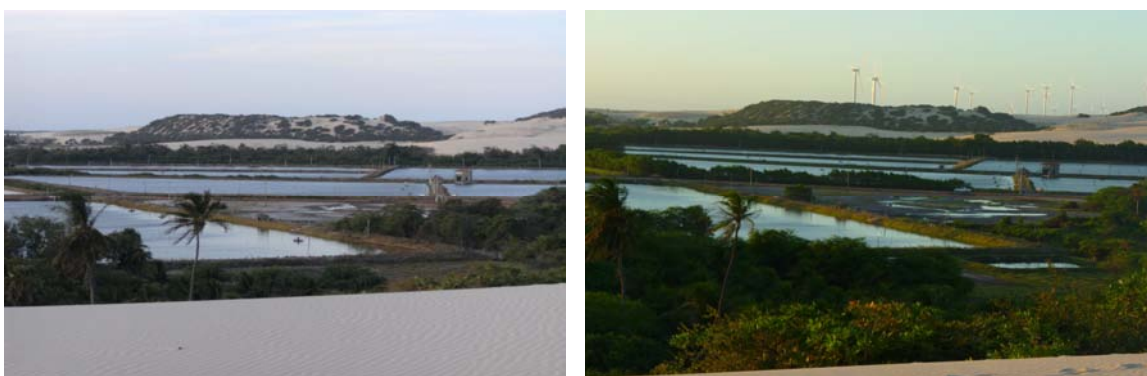


Figura 33. Comparació de la duna cementiri l' any 2008 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.

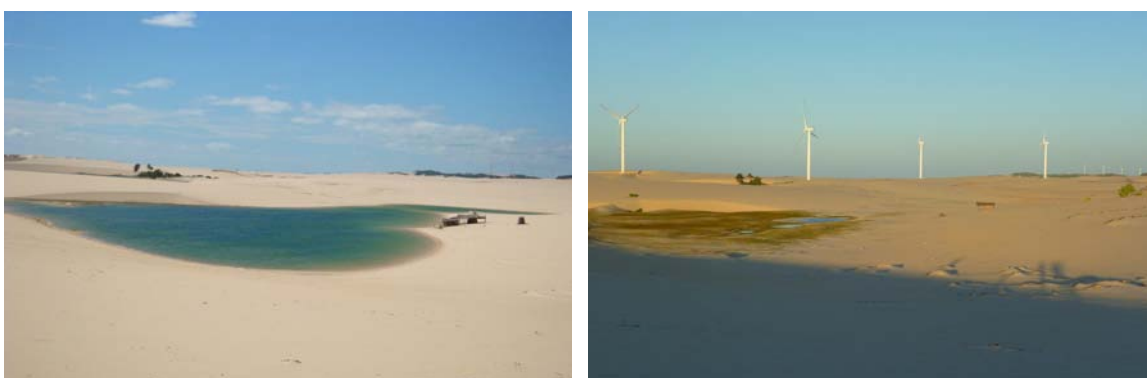


Figura 34. Comparació de la lagoa do I' any 2009 amb l'any 2012.

Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.



Figura 35. Comparació del jaciment arqueològic l' any 2008 amb l'any 2012.
Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.



Figura 36. Comparació de la duna *tartaruga* l' any 2008 amb l'any 2012.
Font. Esquerra: João Luis Joventino do Nascimento. Dreta: elaboració pròpia.

3.9.3. Conflictes socio-ambientals

L'any 2005 van arribar tres companyies d'energia eòlica a Cumbe amb una proposta d'instal·lació d'un parc eòlic al camp de dunes que uneix la comunitat amb la platja. El projecte suposaria ser la major instal·lació d'energia eòlica de Cearà en aquell temps (Brown ,2011).

Finalment, de les tres companyies, Bons Ventos va ser la contractada per dur a terme les obres d'instal·lació del parc i la seva operació, així com assumir les corresponents llicències i la responsabilitat de les relacions amb la comunitat.

Prèviament a les obres de construcció del parc, per tal d'aconseguir la llicència d'instal·lació, l'empresa va haver de redactar un RAS (*Relatório Ambiental Simplificado*), un estudi més simple que un EIA (*Estudo de Impacto Ambiental*), en el que constés també un anàlisi dels impactes ambientals i socials que podien ser causats i els seus corresponents plans de mitigació.

Keith Brower Brown, investigador del departament de Geografia de la Universitat de Califòrnia, l'any 2011 va estudiar els impactes del desenvolupament rural a nivell local provocats per la implantació de l'energia eòlica, i va utilitzar com a objectes d'estudi la comunitat de Cumbe i el Parc

Eòlic Aracati. A continuació es descriuen els aspectes més rellevants del conflicte que va tenir lloc en aquesta comunitat segons l'estudi de Brown, K. B..

Molts habitants de la comunitat de Cumbe, amb l'arribada de Bons Ventos, es van posicionar a favor de la instal·lació del parc eòlic per les promeses que l'empresa els oferia, com per exemple: pavimentació de la carretera, llocs de treball a llarg termini, una clínica de salut i una llar d'infants. Després de les entrevistes realitzades el 2011, Brown va concloure que aquestes promeses, fetes durant el període de llicenciament, finalment no van ser mai realitzades.

Durant la construcció del parc la via d'accés que utilitzava Bons Ventos era la carretera que passa per dins de la comunitat de Cumbe i arriba fins a Aracati. El tràfic pesat causava molt soroll i polseguera, feia vibrar el terra i va provocar que una dotzena de cases i fins i tot l'església del poble quedessin amb la façana esquarterada. Bons Ventos va augmentar el nivell de la carretera afegint més terra i pedres provocant que l'aigua de pluja s'infiltrés a dins de les vivendes, tal i com es veu a la figura 37. Un altre dels impactes que va provocar el pas constant de camions, va ser el trencament per col·lisions de línies de transmissió elèctrica i canonades d'aigua. Tots aquests impactes van provocar que alguns habitants de la comunitat que estaven d'acord amb la instal·lació del parc es tornessin en contra.



Figura 37. Pas de camions per la carretera de Cumbe durant la construcció del parc.

Font. João Luis Joventino do Nascimento, novembre de 2008.

Els habitants de Cumbe esperaven que els costos del seu consum energètic disminuïssin després de la construcció del parc, però aquestes expectatives van ser frustrades. L'únic incentiu econòmic que l'empresa va donar a la comunitat va anar destinat a aquelles persones que es veien afectades per la construcció de torres de transmissió elèctrica en els terrenys de casa seva. Bons Ventos els oferia firmar un contracte per tenir permís d'utilitzar aquests terrenys durant un període de temps de 20 anys. Va haver un cas en que el propietari es va oposar a firmar el contracte i Bons Ventos, tot i construir la torre elèctrica al terreny de la casa del costat, va fer passar la línia de transmissió elèctrica per sobre la casa del propietari sense el seu consentiment.

Un altre impacte significatiu per la comunitat de Cumbe, provocat per la presència del parc eòlic, va ser la privatització d'una àrea que fins aleshores havia estat de lliure accés: el camp de dunes sobre el que es va construir el parc. Aquest fet va impedir als habitants poder seguir practicant algunes tradicions i activitats d'oci com la caça amb objectes tradicionals indígenes, o pesca als llacs interdunars.

El 8 de setembre del 2009, la comunitat de Cumbe, per tal de protestar contra els abusos que l'empresa estava cometent durant el procés de construcció del parc eòlic i denunciant els impactes socioambientals que provocaria la seva instal·lació, van ocupar la carretera que dona accés a l'entrada del parc eòlic.

Els organitzadors de la protesta van redactar una llista on es demanava, entre altres coses (*Pauta de reivindicação*, 2009) (ANNEX I):

- Recursos de compensació ambiental en projectes de desenvolupament comunitari per a la comunitat,
- Accés lliure per als habitants i visitants al camp de dunes,
- Indemnitzar als habitants de Cumbe que van ser perjudicats per les obres del parc eòlic,
- Un museu arqueològic (eco-museu) equipat amb les peces que l'empresa Bons Ventos va extreure durant la construcció del parc i
- Compensació d'energia elèctrica en un 80% pels habitants de la comunitat.

La protesta va acabar al cap de 19 dies quan Bons Ventos va prometre ajudes econòmics pels habitants que els havien esquarterat o trencat les façanes de les seves cases i recursos per alguns projectes de desenvolupament social (Brown, 2011).

Les protestes van tenir efectes financers i legals a llarg termini per l'empresa Bons Ventos, a la qual li va suposar un cost de 145.000 US\$ per dia de paralització de les obres.

Finalment, Brown va identificar alguns impactes positius de la instal·lació del parc a partir d'entrevistes als habitants de Cumbe. Segons els residents, l'empresa va oferir 50 llocs de treball a curt termini durant l'època de la construcció i 4 llocs de treball a llarg termini com a guardes de seguretat del parc. Algunes persones de la comunitat van obtenir també beneficis econòmics indirectes durant la construcció del parc, com per exemple: alguns restaurants familiars del poble i famílies que van poder llogar cases pels treballadors temporals de Bons Ventos.

A part dels conflictes socials que van tenir lloc des del començament de la construcció del parc eòlic, també hi va haver científics que es van manifestar en contra com, per exemple, el doctor Antonio Jeovah de Andrae Meireles.

J. Meireles critica el fet que els estudis realitzats per instal·lacions de parcs eòlics en Àrees de Preservació Permanent, com el d'Aracati, només tenen en compte el potencial eòlic de la zona però no quins poden ser els impactes acumulatius i les possibles alternatives locacionals. Considera, a més, que "la seqüència de danys ambientals causats en una Àrea de Preservació Permanent demostra la fragilitat de l'instrument de llicenciament utilitzat per a

l'emissió de la llicència d'instal·lació dels parcs eòlics" i, per tant, creu que "la complexitat del conjunt de morfologies impactades per la destrucció de dunes fixes i mòbils i la continuïtat dels impactes en l'etapa d'operació demostren que el *Relatório Ambiental Simplificado* (RAS) va ser completament inadequat".

Alexandre de Oliveira Alcantara, Promotor de Justícia a Aracati i Professor de la Universitat Potiguar (UnP), en un article publicat al 2009, fa referència a l'estudi de J. Meireles i es recolza en la Constitució Federal, la Llei Federal nº7.661/88 i la pròpia legislació ambiental de l'Estat de Ceará. Exigeix "per a la concessió de llicències ambientals en zona costanera, l'elaboració d'un Estudi d'Impacte Ambiental" i considera que "l'òrgan ambiental cearense posa en il·legalitat tots els parcs eòlics en construcció o construïts a l'estat fins al moment".

Altrament, Alcantara considera que en el cas del parc eòlic Aracati existeix una altra raó que fa necessària l'existència d'un EIA: el fet que el parc eòlic està sent construït sobre un camp de dunes amb un alt valor arqueològic. De fet, els arqueòlegs Verônica Pontes Viana i Valdeci dos Santos Júnior, van realitzar un estudi de la zona just abans del començament de les obres de Bons Ventos. En aquest estudi es van identificar 71 peces d'interès arqueològic datades de l'època prehistòrica i històrica, de manera que es va acabar recomanant "la no execució d'instal·lacions de qualsevol naturalesa en aquesta zona".

A l'octubre del 2009, el Ministeri Públic Federal de Ceará i el Ministeri Públic de l'Estat van demanar la suspensió de les obres del parc eòlic Bons Ventos Aracati acusant-lo de causar danys al medi ambient i destruir varis llocs d'importància arqueològica. A més consideraven que l'estudi que havia estat utilitzat per concedir la llicència d'instal·lació no era suficient i que calia elaborar un EIA. Finalment, el judici va dictaminar que no hi va haver il·legalitat en el procediment de llicenciament ambiental simplificat del parc eòlic ja que, segons la Resolució CONAMA 279/2001, tota instal·lació d'energia renovable té un baix potencial d'impacte ambiental i, en termes legislatius, aquest fet predomina sobre la protecció d'Àrees de Preservació Permanent i Zones Costaneres (Procuradoria da República no Ceará, 2009).

Per altra banda, s'ha de tenir en compte que un dels continguts mínims que ha de constar en els informes RAS són alternatives locacionals de la instal·lació que, segons J. Meireles (*com. verb.*), en molts dels casos d'instal·lacions de parcs eòlics en camps de dunes, com en el cas de Cumbe, aquestes no s'estudien i són substituïdes per justificatives locacionals.

Tot i així, Bons Ventos va poder acabar el seu projecte i a principis del 2010 el Parc Eòlic Aracati va començar a estar operatiu (Brown, 2011).

4. JUSTIFICACIÓ

Al començament de les obres de construcció del parc eòlic, científics i habitants de les comunitats més pròximes al camp de dunes es van reivindicar en contra de la instal·lació d'aquest, ja que veien com es posava en perill una àrea d'un gran valor ambiental: el camp de dunes del municipi d'Aracati.

El professor J. Meireles va fer un estudi on es feia una descripció dels impactes que van tenir lloc durant la fase de construcció del parc. Un dels més significatius va ser el canvi de la dinàmica dunar, provocat pels grans moviments de sorra i la posterior fixació artificial que es va dur a terme per tal d'adaptar el terreny per la construcció de les vies d'accés i les bases dels aerogeneradors. Com indiquen els seus estudis, l'alteració de la morfologia del camp de dunes i de la seva dinàmica poden provocar una fragmentació de les interrelacions d'aquest ecosistema amb els sistemes fluviomarins i la platja, així com interferir en els diferents serveis ecosistèmics que proporciona. Tot i l'existència d'estudis que descriuen els impactes durant la fase de construcció del parc eòlic, cal remarcar que en aquests no es quantifiquen.

Actualment, el parc eòlic es troba en funcionament des de fa dos anys, i la seva llicència d'operació és de 20 anys. Les activitats de manteniment de les instal·lacions segueixen contribuint al canvi en la dinàmica de les dunes. A més, la presència dels aerogeneradors és una barrera per l'avanç dels sediments que, juntament amb les activitats de manteniment del parc, seguiran influenciant en la dinàmica dunar.

Tot i així, encara no es coneix a quin ritme s'estan donant aquestes variacions. Per aquest motiu, es va creure necessària la identificació dels impactes que provoquen les activitats de manteniment del parc eòlic i la realització d'un estudi quantitatiu disponible per tota la població de l'estat, per tal de donar a conèixer els canvis que s'estan produint a l'ecosistema.

Per altra banda, els camps de dunes són ecosistemes amb una gran importància pels habitants de les comunitats dels voltants, ja que aquests se'n beneficien. Però, tot i poder comptar amb una bibliografia que identifica els serveis ecosistèmics de les dunes, aquests no tenen en compte la percepció dels habitants. Per aquest motiu es precisa també realitzar un estudi per identificar els usos i la importància del camp de dunes, tant bibliogràficament com socialment, i com aquests s'han vist impactats des de l'inici de la construcció del parc eòlic.

5. OBJECTIU

5.1. General

L'objectiu principal d'aquest estudi és analitzar i quantificar com s'han vist modificades les característiques ambientals i socioambientals del camp de dunes del curs baix del riu Jaguaribe, a causa del Parc Eòlic Aracati-Bons Ventos, i com aquests canvis han afectat a la població de Cumbe.

5.2. Específic

- Dins de l'estudi ambiental per a veure com s'ha vist modificada la dinàmica dunar des de la implantació del parc eòlic, s'han definit els següents objectius específics:
 - o Descriure les activitats de manteniment del parc eòlic, durant l'etapa d'operació, que fan modificar la dinàmica del camp de dunes.
 - o Estudi de l'evolució de l'àrea total del camp de dunes d'anys anteriors i posteriors al començament de les obres d'instal·lació.
 - o Identificar les zones a on la dinàmica dunar, en el límit del camp de dunes amb la resta d'ecosistemes, és major per tal de comprendre els processos que influencien en la dinàmica dunar
 - o Quantificar el moviment individual de dunes afectades i dunes control per tal de comparar-los.
 - o Analitzar i quantificar quines son les conseqüències de la fixació artificial de les zones del camp de dunes pròximes a les instal·lacions del parc eòlic.
- I per a estudiar com s'han vist afectades les característiques socioambientals del camp de dunes situat entre Canoa Quebrada i el riu Jaguaribe a partir de la instal·lació del parc eòlic Aracati, s'han proposat dos subobjectius bàsics:
 - o Identificar, descriure i valorar els serveis ecosistèmics que proporciona el camp de dunes segons els habitants de la comunitat de Cumbe.
 - o Estudiar quins dels serveis ecosistèmics identificats i descrit a partir de la bibliografia s'han vist modificats a causa de la presència del parc eòlic.

6. METODOLOGIA

6.1. Estudi ambiental: Anàlisi de la dinàmica dunar

6.1.1. Revisió bibliogràfica

Per tal de realitzar l'estudi ambiental d'aquest projecte s'ha hagut de dur a terme una prèvia informació bibliogràfica extreta de tesis, articles i llibres relacionats amb els camps de dunes i les seves característiques. Per altra banda, es va necessitar obtenir dades específiques de diferents òrgans de l'administració brasilera, com són: SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente), COGERH (Companhia de Gestao dos Recursos Hídricos) i CAGECE (Companhia de Agua e Esgoto do Ceará). Finalment, també es van obtenir mapes des de l'any 1988 al 2011 de la Universitat Federal de Ceará (UFC).

6.1.2. Treball de camp i avaluació de dades

La part ambiental d'aquest projecte pretén avaluar els canvis en la dinàmica dunar provocats per la instal·lació del parc eòlic.

En primer lloc es va anar al camp per tal d'identificar els impactes provocats per les activitats de manteniment durant la fase d'operació del parc eòlic. Els impactes van ser identificats amb l'ajuda del tècnic de Bons Ventos en una visita guiada per les instal·lacions de la unitat III del parc eòlic Aracati.

Per tal d'assolir l'objectiu de l'anàlisi de l'evolució de l'àrea, es va escollir la zona d'estudi corresponent a l'àrea total del camp de dunes mòbils. Aquest està format per dunes mòbils, llacs interdunars i una depressió de deflació. Es troba limitat al nord per la desembocadura del riu Jaguaribe; a l'oest per la plana fluvio-marina d'aquest riu, en la que s'hi troben manglars, dunes fixes, la comunitat de Canaviera i la comunitat de Cumbe; al sud per la comunitat de Canoa Quebrada i l'altiplà costaner i a l'est pel mar.

Es va escollir la totalitat del camp de dunes ja que, per estudiar la dinàmica general, s'han de tenir en compte tant les àrees d'aportació com de pèrdua de sediments (figura 38).

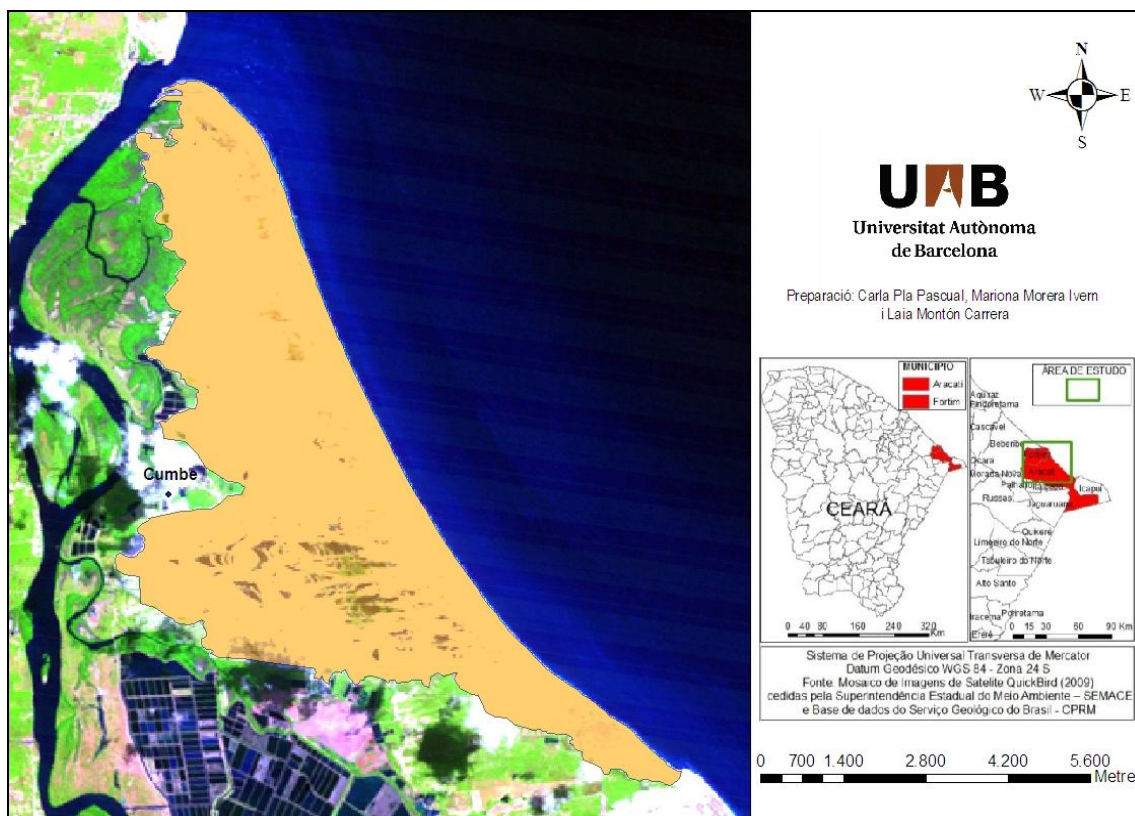


Figura 38. Situació de l'àrea d'estudi general. Àrea: 3582,37 ha.

Font. Elaboració pròpia.

Per altra banda, per tal de poder estudiar la dinàmica dunar en el límit del camp de dunes, la velocitat de les dunes mòbils i les conseqüències de la fixació artificial, va ser necessària la selecció d'una nova àrea d'estudi més específica i menys extensa per tal de poder obtenir resultats més exhaustius. Aquesta àrea correspon a una zona del camp de dunes on els aerogeneradors estan tots situats sobre dunes mòbils, i és propera a les comunitats de Cumbe i Canavieira. És on es troba situada la unitat III – Enacel del parc eòlic Aracati. Aquesta àrea es troba delimitada: al nord, pel límit entre la unitat III i les unitats II i I del parc eòlic; per l'est, amb la depressió costanera de deflació; i al sud i l'oest per urbanització i plana fluvio-marina. Cal destacar que dintre d'aquesta àrea d'estudi queden excloses les dunes fixes ja que l'objectiu és analitzar els canvis en la dinàmica dunar.

Aquesta zona d'estudi més específica es pot observar en el mapa de la figura 39.

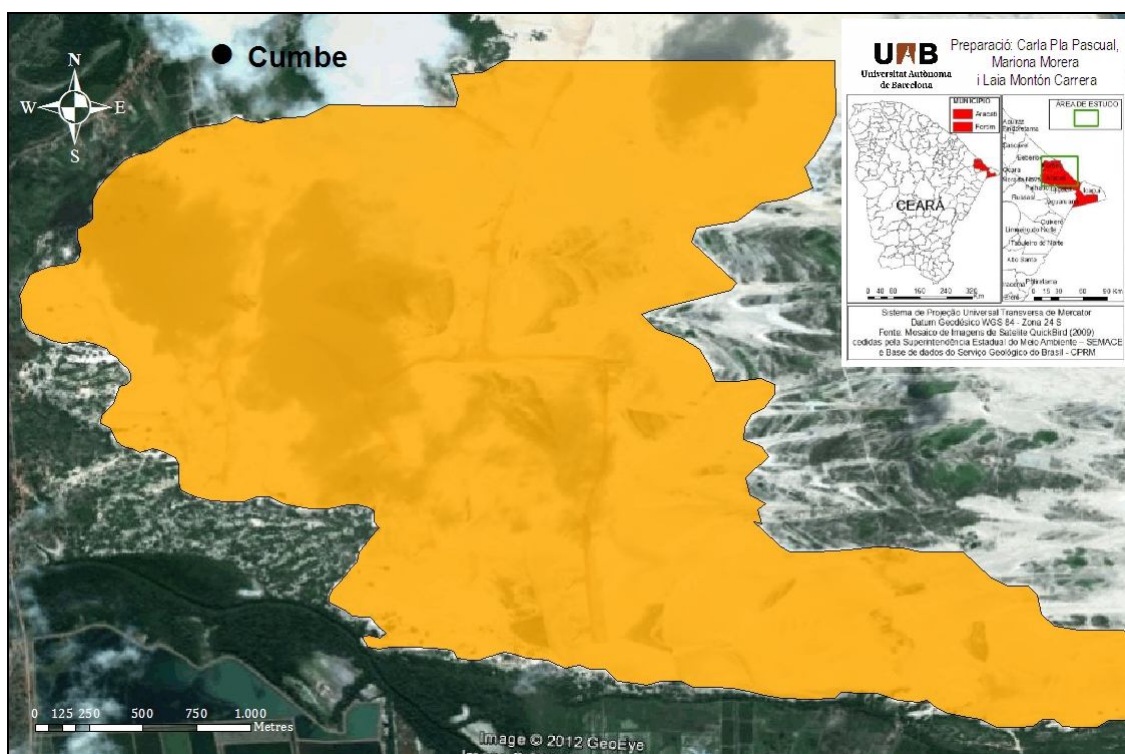


Figura 39. Situació de l'àrea d'estudi específica. Àrea: 849,29 ha.

Font. Elaboració pròpia.



Figura 40. Fotografia de l'any 2012 de l'àrea d'estudi.

Font. Elaboració pròpia.

A continuació es detalla la metodologia seguida per avaluar els possibles canvis provocats en l'evolució i la dinàmica del camp de dunes a partir de la implantació del parc eòlic.

6.1.2.1. Anàlisi de l'evolució de l'àrea total del camp de dunes mòbils

A l'hora d'estudiar els canvis en la dinàmica general del camp de dunes mòbils es va crear un gràfic evolutiu de l'àrea total de dunes mòbils al llarg dels anys. Per tal d'obtenir els valors de l'àrea en diferents anys es va realitzar un mapa, a partir de Sistemes d'Informació Geogràfica, on s'observa l'evolució del camp de dunes al llarg dels anys.

Per realitzar el mapa es van utilitzar imatges, facilitades per la Universitat Federal de Cearà (UFC), d'una base de dades en format ràster del satèl·lit Landsat 5¹⁴ dels anys: 1988, 1992, 1999, 2003, 2006, 2008 i 2011 (taula 3). Aquests ràsters estaven estructurats morfològicament, georeferenciats i amb una composició de colors RGB 543. Amb aquest fals color s'obté un alt albedo pel camp de dunes i, per tant, aquest es veu de color blanc clar, fet que va permetre diferenciar amb claredat els límits exteriors del camp de dunes.

La base de dades de la que es disposava no tenia una lògica correlativa entre any i any i només es disposava d'una imatge des de l'any d'instal·lació del parc eòlic (2008). Per tal d'evitar errors en els resultats, es van descarregar, de la pàgina web de l'INPE (*Instituto Nacional de Pesquisas Especiais*), les imatges corresponents als anys: 1996, 2000, 2009 i 2010. Però, d'aquestes, només va ser possible utilitzar les imatges del 2009 i 2010 ja que les altres dues no oferien una bona visibilitat de la zona d'estudi.

Les imatges descarregades dels anys 2009 i 2010 consisteixen en set bandes per cada any (5 del visible i 2 del infraroig). A partir d'aquestes bandes es va compondre el mapa amb el mateix fals color, RGB 543. Finalment, es van corregir geomètricament els dos mapes descarregats utilitzant el programa *Global Mapper 11*, amb la projecció UTM 24S i el Datum WGS84, i trobant 27 punts en comú amb una imatge correctament georeferenciada. L'error resultant d'aquesta correcció va ser del 0,7.

Finalment, es van utilitzar les imatges descrites a la taula 3.

Taula 3. Imatges satèl·lit utilitzades per l'extracció de dades especials i definició de l'àrea d'estudi.

Data	Satèl·lit	Bandas	Resolució	Composició
07/09/1988	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
14/06/1992	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
06/02/1999	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
15/07/2003	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
09/09/2006	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
13/08/2008	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
01/09/2009	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
15/05/2010	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B
06/08/2011	Landsat 5	1 a 7	30 m	5R, 4G, 3B

Font. Elaboració pròpia.

¹⁴ Satèl·lit llençat a l'any 1984 que ofereix una resolució especial de 30 metres per cada píxel.

Un cop corregits els ràsters es va digitalitzar l'àrea total del camp de dunes mòbils de cada imatge satèl·lit amb el programa *ArcGis 10*, obtenint així un fitxer vectorial de polígons per cada un dels nou anys. Per tal de realitzar la digitalització de les dunes mòbils els criteris seguits van ser:

- **Franja oest de la zona d'estudi:** Delimitada per la franja d'intersecció entre les dunes mòbils i la resta d'ecosistemes (dunes fixes, manglar i plana fluvio-marina). Aquest límit es veia amb claredat tot i no disposar d'imatges amb una bona resolució espacial, ja que les dunes mòbils, al no presentar vegetació, són representades en el mapa de color blanc sense presència de verd.
- **Franja est de la zona d'estudi:** En aquest cas va ser marcat el límit de la línia de costa. S'ha de tenir en compte que aquesta digitalització hagués pogut ser més correcta, ja que en aquesta zona no només van ser seleccionades les dunes mòbils sinó que també es va digitalitzar la depressió de deflació. Aquest error hagués pogut ser evitat disposant d'imatges del satèl·lit WorldView ¹⁵, el qual presenta una resolució més precisa que el Landsat i es pot diferenciar entre la depressió de deflació i la zona de dunes mòbils. Però l'elevat cost econòmic d'aquestes imatges va impedir l'accés a elles.

Un cop obtinguts els fitxers vectorials de cada any, corresponents a la digitalització de l'àrea d'estudi, es va realitzar una composició dels polígons creats. El resultat final es pot observar en el mapa de la figura 41 .

¹⁵ Satèl·lit llençat a l'any 2007 que ofereix una resolució especial de 0.5 metres per cada píxel.

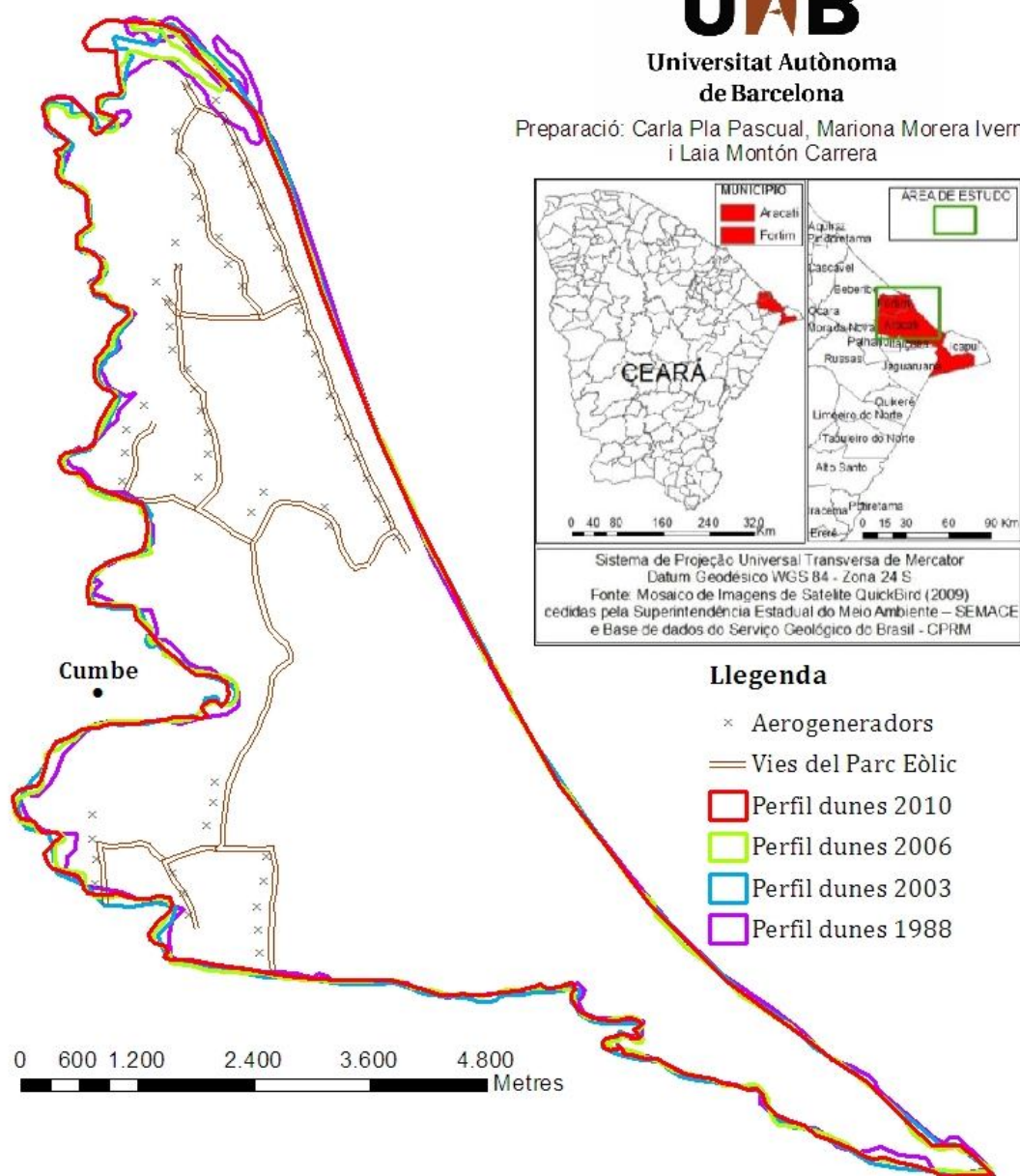


Figura 41. Mapa de composició dels fitxers vectorials corresponents a l'àrea del camp de dunes del any 1988 al 2010.

Font. Elaboració pròpia.

Finalment, a partir de les àrees obtingudes de cada any dels polígons, es va realitzar el gràfic evolutiu de l'àrea del camp de dunes mòbils amb el programa *Microsoft Office Excel* (figura 52 del capítol resultats).

6.1.2.2. Anàlisi de la dinàmica dunar en el límit del camp de dunes

Per tal de poder tenir una visió més exhaustiva i fer un anàlisi de les zones on la dinàmica dunar és major en l'àrea d'estudi, es va crear un mapa de degradació evolutiva.

Aquest mapa va ser elaborat combinant tots els polígons, creats per l'elaboració del mapa de la figura 41, en un únic fitxer. El resultat va ser la superposició vectorial de totes les capes, aconseguint així que cada nou polígon tingués un nou atribut que descrivia si era duna o no en cada un dels anys. Seguidament, es van sumar cada un dels atributs per cada polígon, donant valor màxim en aquells polígons a on hi havia duna mòbil tots els anys i un valor de 1 en aquells polígons a on només hi havia duna un any. Finalment, es va pintar el mapa amb un únic color degradat per tal de tenir una visualització més clara de la dinàmica dunar. El resultat final es pot veure a la figura 53 del capítol de resultats.

6.1.2.3. Anàlisi de la velocitat de les dunes mòbils

Per tal d'assolir l'objectiu plantejat es va elaborar un gràfic de velocitats anuals de tres dunes afectades comparant-les amb tres dunes control.

En primer lloc es van escollir tres dunes control, que representen la dinàmica natural de les dunes individuals, i tres dunes afectades per l'aportació extra de sorra durant les activitats de manteniment del parc eòlic.

A continuació, es presenta al mapa de la figura 42 on es situen les sis dunes i els criteris utilitzats per la seva tria:

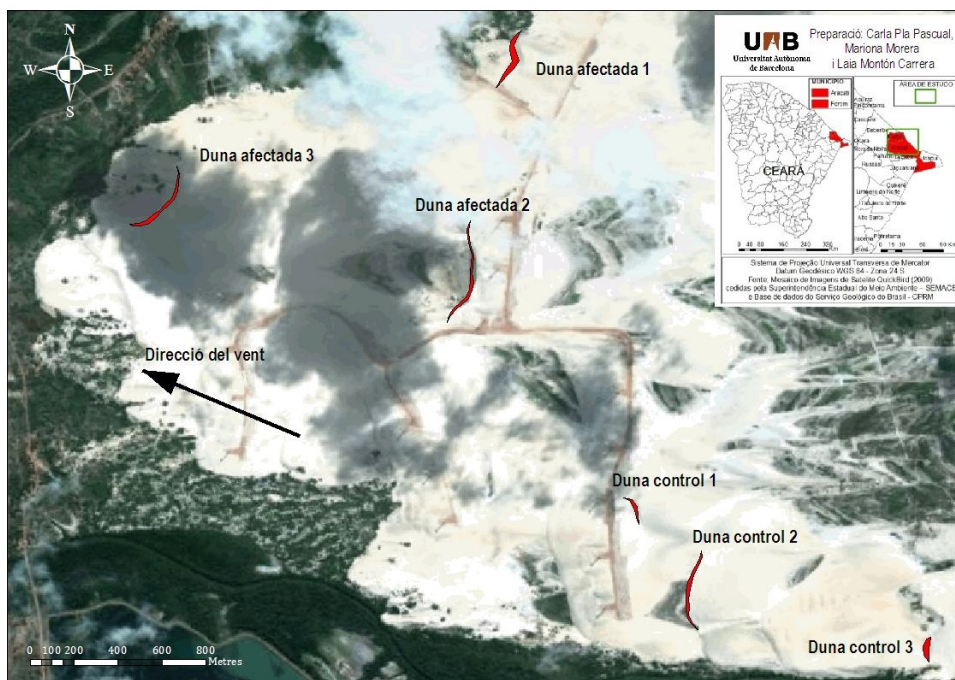


Figura 42. Situació de les 6 dunes seleccionades per fer l'anàlisi individual sobre l'àrea d'estudi de la unitat ENACEL del Parc Eòlic Aracati.

Font. Elaboració pròpia.

- **3 dunes control:** es van escollir procurant que les imatges d'una mateixa duna es poguessin observar correctament a les imatges satèl·lit de cada un dels tres anys que s'estudiaven i que presentessin un clar moviment del 2003 al 2010. Es van escollir tres dunes situades a l'est del parc. Aquestes no es veuen afectades per la presència del parc eòlic i les seves activitats de manteniment, ja que el vent prové del E-SE i el parc es troba per davant de las dunes en aquesta direcció.
- **3 dunes afectades:** aquestes dunes es van seleccionar seguint els mateixos criteris de qualitat d'imatge i moviment que les anteriors. Es van escollir les dunes que estan situades a l'oest del parc eòlic, dos de les quals a prop de les vies d'accés. Aquestes es veuen afectades per les activitats de manteniment del parc ja que el vent prové del E-SE i el parc es troba per darrere de les dunes en aquesta direcció.



Figura 43. Fotografies de les tres dunes control. D'esquerra a dreta: Duna control 1, duna control 2 i duna control 3.

Font. Elaboració pròpia.



Figura 44. Fotografies de les tres dunes afectades. D'esquerra a dreta: Duna afectada 1, duna afectada 2 i duna afectada 3.

Font. Elaboració pròpia.

Per tal de realitzar aquest anàlisi es van necessitar imatges extretes del programa *Google Earth*, ja que les imatges satèl·lit Landsat 5, facilitades per la Universitat Federal de Cearà, presentaven una resolució espacial molt baixa i no era possible distingir clarament les dunes individuals. Aquestes imatges van ser georeferenciades amb el programa *Global Mapper 11*, utilitzant la projecció UTM 24S amb el Datum WGS84. Les imatges més antigues que ofereix el programa *Google Earth* són de l'any 2003, per tant l'anàlisi es va veure condicionat per aquest fet ja que no va ser possible aconseguir imatges anteriors a aquest any.

Finalment, les imatges que es van poder obtenir del *Google Earth*, per estudiar el comportament de la dinàmica de les dunes, van ser dels anys: 2003, 2006 i 2010. Com que només es tenien dades d'un any després de la implantació del parc eòlic, es va decidir obtenir les del 2012 a partir de la marcació, amb punts GPS, d'on es troba ubicada la duna actualment.

Un cop es tenien els mapes correctament georeferenciats i les dunes seleccionades, es va anar al camp a marcar amb GPS les sis dunes per tal d'obtenir la posició exacta l'any 2012. Els punts es marcaven cada 40 metres, tant per la part de sotavent com per la part de sobrevent de la duna, i l'error d'aquestes marcacions era d'entre 3 i 4 metres. Posteriorment a la marcació, es van passar les coordenades obtingudes al programa *ArcGis 10*. Seguidament, amb el mateix programa, es van digitalitzar les sis dunes en els quatre anys. El resultat va ser l'obtenció de sis mapes (un per cada duna) que contenien els quatre fitxers vectorials (polígons) digitalitzats de cada any.

A partir dels quatre polígons (corresponents als anys: 2003, 2006, 2010 i 2012) d'una mateixa duna, es van fer càlculs amb el programa *ArcGis 10* de la distància que avançava cada duna entre any i any digitalitzat. Per tal de realitzar aquest càlcul es va seguir el següent procediment: amb una línia recta, seguint la direcció predominant del vent (E-SE) (AQUASIS, 2003), es feia travessar els 4 polígons dels diferents anys d'una mateixa duna. El lloc per on la línia recta creuava la successió de dunes era escollit partint de la posició de la cresta de la duna l'any 2012; les coordenades d'aquest punt més alt van ser mesurades al camp amb GPS.

El resultat final es pot observar en els següents mapes. A la figura 45 es mostra el moviment de les tres dunes control i a la figura 46 es mostra el moviment de les tres dunes afectades.

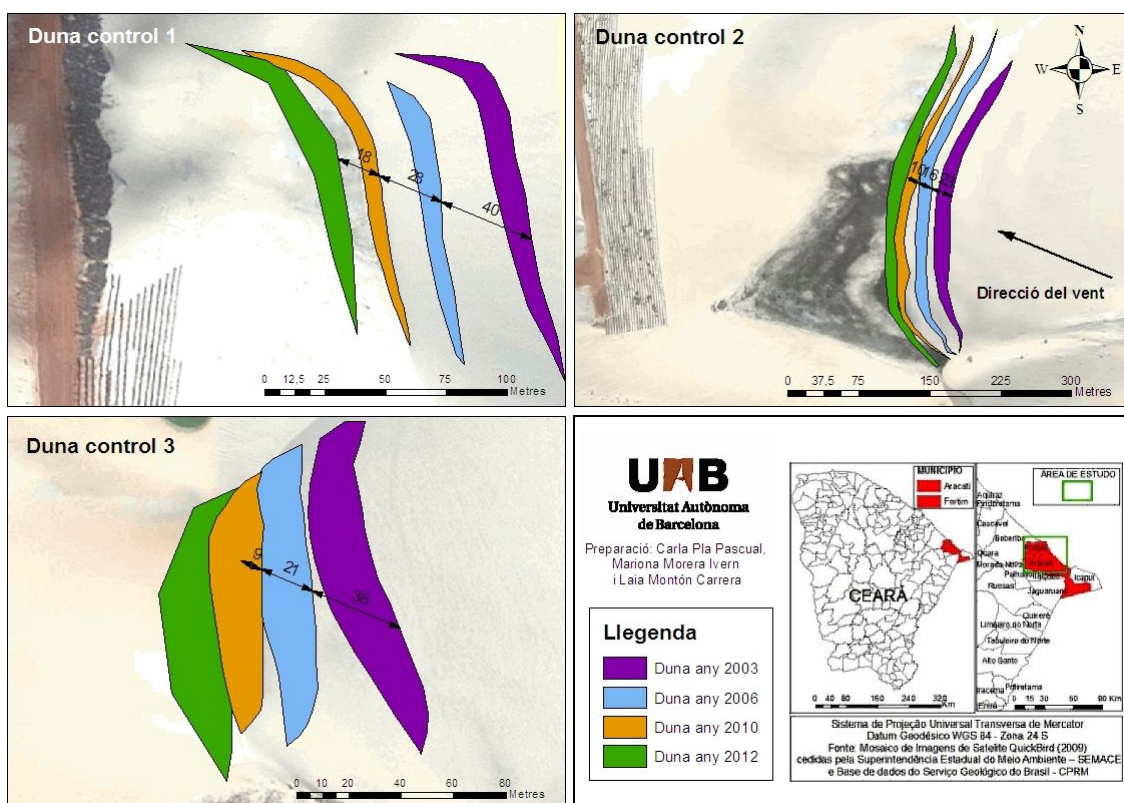


Figura 45. Moviment de les dunes control 1, 2 i 3 des de l'any 2003 al 2012.

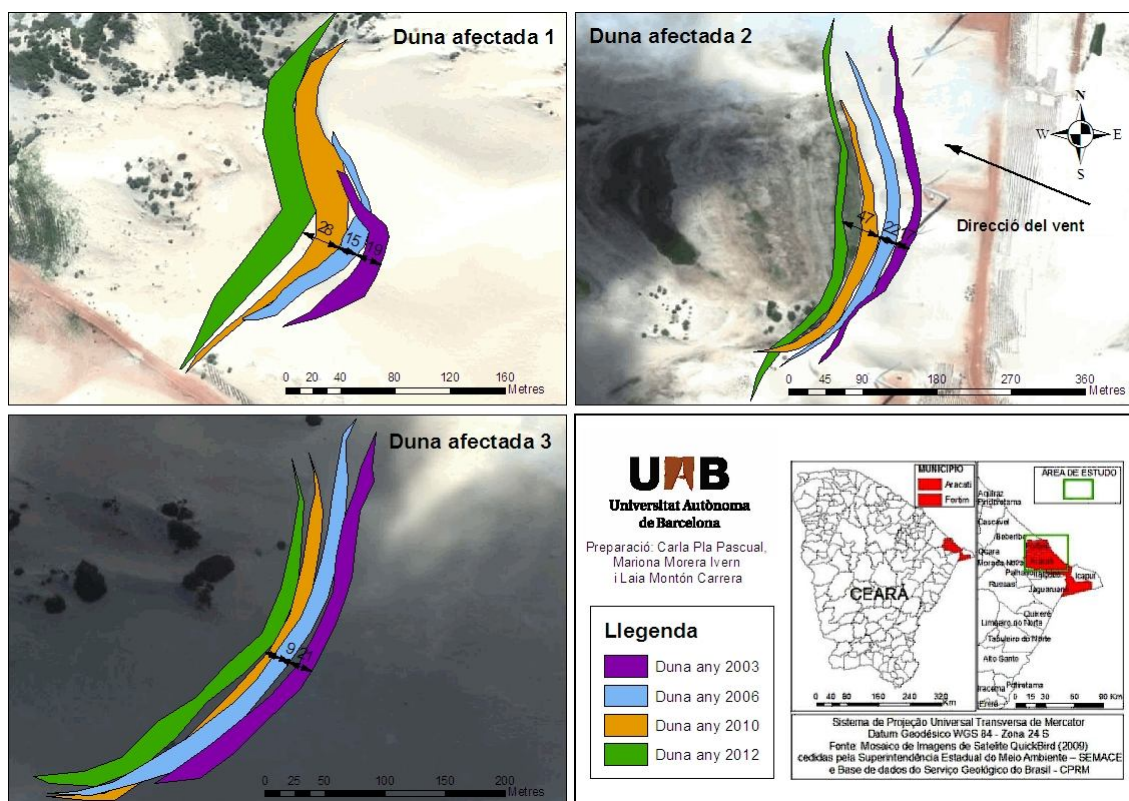


Figura 46. Moviment de les dunes afectades 1, 2 i 3 des de l'any 2003 al 2012.

Font. Elaboració pròpia.

Finalment, amb el programa *Microsoft Office Excel*, a partir de les distàncies obtingudes, es van realitzar els càlculs de les velocitats mitjanes per cada any i es van crear els gràfics velocitat/temps per cada tipus de duna.

6.1.2.4. Anàlisi de les conseqüències de la fixació artificial

Per tal de poder fer un anàlisi de les conseqüències de la fixació del camp de dunes es va realitzar un càlcul dels metres que augmentaven les dunes fixades en alçada, per tal de saber la mitjana de creixement vertical anual.

En primer lloc, es va anar al camp a escollir les tres dunes mòbils que presentessin les següents característiques: fixació amb vegetació artificial, alçada considerable i situades a prop de les instal·lacions del parc eòlic.

A la figura 47 es pot observar la situació d'aquestes dunes mòbils fixades a la nostra àrea d'estudi.

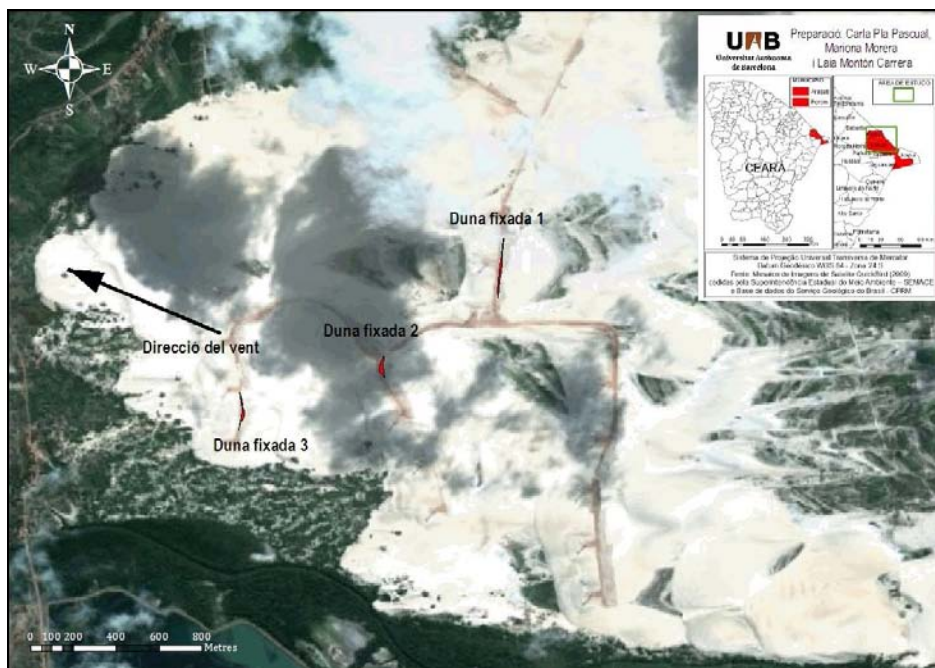


Figura 47. Situació de les dunes fixades 1, 2, i 3 des de l'any 2010 al 2012 a l'àrea d'estudi.

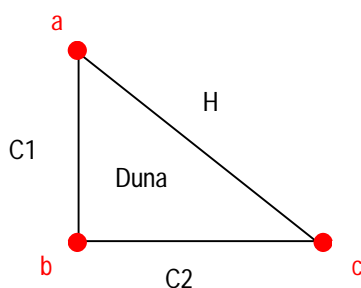
Font. Elaboració pròpia.



Figura 48. Fotografies de les tres dunes fixades. D'esquerra a dreta: Duna fixada 1, duna fixada 2 i duna fixada 3.

Font. Elaboració pròpia.

Per tal de poder calcular l'alçada de les tres dunes individuals es va fer servir el teorema de Pitàgores.



Esquema del perfil d'una duna.

Segons l'esquema del perfil d'una duna, es va definir: l'alçada (C1) com un dels catets del triangle, corresponent a l'alçada màxima del punt a (límit de la vegetació artificial) fins a la base del triangle (punt b); la base (C2) corresponent a la distància entre el punt b i el punt de sotavent (c); i la hipotenusa (H) corresponent a la distància entre els punts a i c.

Per tal d'obtenir l'altura de la duna (C1) en el seu punt més alt es va calcular inicialment la base i la hipotenusa. La base es va obtenir a partir de la digitalització de la duna amb punts GPS cada 40 metres, i un cop introduïdes les

dades al programa *ArcGis 10* es van extreure les distàncies corresponents a la base en el punt on la duna tenia una alçada màxima; mentre que la hipotenusa va ser calculada al camp mitjançant una cinta mètrica.

Un cop obtingudes les dades de la base i la hipotenusa corresponents a les tres dunes mòbils es van poder calcular l'alçada de les dunes en el seu punt més alt l'any 2012.

Segons un dels tècnics de manteniment del parc eòlic (*com. verb.*), el 2009 es van fixar per primer cop les zones properes a les instal·lacions del parc eòlic. Tenint en compte aquesta data, es va poder calcular els metres anuals que augmenten en vertical les dunes fixades.

6.1.3. Limitacions

Els materials i mètodes utilitzats presenten algunes limitacions que poden ocasionar desviacions en els resultats obtinguts:

- Les imatges satèl·lit *Landsat* tenen una resolució de 30 metres. Aquest fet va comportar que la marcació de la separació entre dunes mòbils i depressió de deflació amb la resta d'ecosistemes no fos exacta. En el cas que s'haguessin utilitzat imatges del *Google Earth* aquest error no caldria contemplar-lo, ja que aquestes presenten una resolució espacial alta.
- A l'hora de digitalitzar, tot i que els criteris estaven ben definits, al ser tres persones que digitalitzen es poden generar errors a l'hora de marcar els límits.
- En el cas dels mapes, tot i utilitzar el fus UTM i el Datum correcte, el mateix programa definia un error en la georeferenciació de 0,7.
- Les imatges del satèl·lit *Landsat 5* utilitzades van ser preses en diferents períodes de l'any, sent unes en període humit i les altres en període sec. Aquest fet pot provocar modificacions en l'àrea total del camp de dunes que no han sigut considerades.
- El difícil accés a la base de dades brasileres, ha fet impossible obtenir dades de precipitació que, en el cas d'haver-les pogut aconseguir, haurien fet possible extreure uns resultats més fiables, ja que es podria comparar la dinàmica de dunes amb els períodes de precipitació.
- A l'hora de realitzar la marcació amb el GPS es genera un error intrínsec de 3 metres.

6.2. Estudi socioambiental: Anàlisi dels serveis ecosistèmics

L'anàlisi socioambiental a partir de l'estudi dels serveis ecosistèmics té com a finalitat aconseguir que les comunitats identifiquin i descriguin els usos i valors que atribueixen a les dunes, i veure si aquests s'han vist modificats des de la instal·lació del parc eòlic.

Les vivències *in situ* i l'observació participant al llarg de l'estada a la comunitat van ser claus per obtenir coneixement pel desenvolupament de l'estudi. Però a més a més es van dur a terme altres mètodes més tècnics per obtenir resultats més quantitatius.

A continuació es descriu la metodologia emprada per identificar els serveis ecosistèmics i estudiar com s'han vist impactats.

6.2.1. Identificació dels serveis ecosistèmics: Free listing

El test free listing és un instrument que es va utilitzar per identificar els serveis ecosistèmics de les dunes i l'ordre de prioritats d'aquests en la vida quotidiana de la comunitat de Cumbe, a partir de la realització d'una pregunta clau als habitants.

Treball de camp

Aquesta tècnica es va dur a terme el maig del 2012. S'havia d'aplicar a una mostra del 5% de la població, és a dir, a 31 persones, però es va realitzar a 7 persones més per assegurar que es tinguessin com a mínim 31 free listings vàlids. Al final tots van ser realitzats correctament i es van obtenir 38 resultats.

Es va realitzar un test previ utilitzant la pregunta "*Qual é a importancia das dunas para você?*", però al veure que les respostes que s'obtenien no estaven enfocades als serveis ecosistèmics es va canviar la pregunta per: "*Que significan as dunas para você?*", obtenint així les respostes esperades. Aquestes van ser apuntades en el mateix ordre que s'esmentaven per tal de garantir l'ordre de prioritats de cada resposta i poder ser correctament analitzades.

Tractament i avaluació de dades

A partir de les entrevistes free listing es va obtenir una llista per cada persona entrevistada de paraules que fessin referència a un servei ecosistèmic. Un cop realitzats els 38 free listings, es van agrupar en una única llista tots els serveis ecosistèmics identificats. Posteriorment es van classificar en un mateix mot les paraules que feien referència al mateix servei ecosistèmic segons el criteri que es defineix al capítol de resultats i tenint com a base la literatura científica.

Després de classificar els serveis ecosistèmics, es van introduir les dades de cada free listing, obtingut de les entrevistes individuals, al programa *Anthropac*. A partir d'aquest programa es va identificar la importància de cada servei ecosistèmic tenint en compte tres paràmetres: la freqüència, l'*average rank* i la *salience*, descrits al capítol de resultats.

6.2.2. Impactes als serveis ecosistèmics: Grups focals

Per tal d'estudiar com es van veure modificats els serveis ecosistèmics de les dunes, es van realitzar dos grups focals en els quals hi participaven persones de la comunitat.

La tècnica dels grups focals és una reunió amb modalitat d'entrevista grupal oberta i estructurada, on es procura que un grup d'individus seleccionats pels investigadors discuteixin i elaborin, des de l'experiència personal, una temàtica

o fet social que és l'objecte d'investigació. Si s'aconsegueix generar un ambient adequat i es controlen les variables necessàries, s'obté una informació valuosa tant del context, relacions i subjectes, directament involucrats en la temàtica de l'estudi (Korman, 2004).

En aquest cas, l'objectiu era conèixer com els serveis ecosistèmics van ser, o no, modificats des de la instal·lació del parc eòlic, segons la percepció del grup de referència escollit. A més, a partir d'aquests grups focals, també es va poder completar la llista de serveis ecosistèmics de les dunes obtinguda a partir del free-listing.

Treball de camp

Es van realitzar dues reunions de grups focals. La primera estava formada per persones que estaven en contra de la instal·lació del parc eòlic, i van assistir 7 de les 15 persones convidades. A la segona reunió es van convidar 15 persones que estiguessin a favor de la instal·lació i hi van assistir 10.

La classificació dels grups segons si estaven a favor o en contra de la instal·lació del parc eòlic es va fer amb la finalitat d'observar si la percepció que tenien els uns i els altres sobre l'ecosistema dunar, els serveis ecosistèmics i els impactes causats pel parc eòlic, era diferent.

Les preguntes realitzades a les dues reunions van ser les següents:

¿Qual é o uso que tem o campo de dunas para as pessoas da comunidade?

També es va realitzar una taula en base als serveis esmentats a les preguntes anteriors i responent a:

¿Quais dos serviços se praticam ainda e quais não?

¿Dos que se praticam, quais mudaram, quando e por quê?

¿Dos que não se praticam, desde quando e porque não se praticam?

Tractament i avaluació de dades

Per tal d'analitzar els resultats obtinguts en els grups focals es va crear una taula per comparar la percepció de cada grup focal sobre els canvis en els serveis ecosistèmics provocats per la presència del parc eòlic.

6.2.3. Comparació segons les fonts d'identificació

Un cop identificats els serveis ecosistèmics a partir dels free listings, grups focals, observació a l'àrea d'estudi i fonts bibliogràfiques, es van classificar els serveis ecosistèmics segons la font d'informació d'on havien estat obtinguts per tal de comparar les diferents percepcions. En aquesta taula també es van tenir en compte quins serveis ecosistèmics s'han vist afectats per la instal·lació del parc eòlic.

6.2.4. Limitacions

Els materials i mètodes utilitzats presenten algunes limitacions que poden ocasionar desviacions en els resultats obtinguts:

- En el cas del free listing s'han hagut de transformar i agrupar respostes textuais en categories genèriques, sempre intentant mantenir el que l'entrevistat volia expressar, però aquesta transcripció pot contenir errors d'interpretació.
- El fet de que el free listing s'ha realitzat per tres persones diferents podria ocasionar diferències en les respostes formulades.
- També cal tenir en compte la barrera de l'idioma, que tant en el cas del free listing com en el dels grups focals, pot haver ocasionat males interpretacions.

7. RESULTATS I DISCUSSIÓ

7.1. Estudi ambiental: Anàlisi de la dinàmica dunar

En primer lloc, es va anar al camp i es van identificar els següents impactes provocats per les activitats de manteniment del parc eòlic:

- Aportació extra de sorra a dunes mòbils:

A causa del constant moviment de les dunes, els camins que es troben a dins del parc eòlic són coberts diàriament per sorra que impedeix el pas dels vehicles de manteniment i monitorament. Aquesta sorra és extreta dels camins i transportada en la mateixa direcció de la que procedia amb ajuda de màquines. Aquest fet fa que s'aporti un volum extra de sorra a les dunes mòbils situades al costat oest de les vies d'accés.



Figura 49. Extracció dels sediments acumulats en les vies d'accés.

Font. Elaboració pròpia.

- Fixació de zones properes a les instal·lacions del parc:

Es fixen amb vegetació aquelles zones que es troben situades a l'est dels camins i dels aerogeneradors, per tal d'impedir que l'avanç de la sorra faci malbé aquestes instal·lacions. A mesura que passa el temps, degut a que la dinàmica dunar continua el seu procés, aquesta vegetació queda de nou coberta per sorra. Per evitar que aquesta sorra avanci, es cobreix amb nova vegetació la zona, creant així dunes compostes per capes successives de vegetació.



Figura 50. A l'esquerra: duna fixada amb vegetació. A la dreta: cables elèctrics desenterrats

Font. Elaboració pròpia.

- Compactació i contaminació del sòl:

El pas constant de vehicles per les vies d'accés del parc eòlic contribueix a l'augment de la compactació del terreny. Per altra banda, els materials sedimentaris utilitzats per la construcció dels camins són desviats cap a altres zones del camp de dunes. A més, en alguns llocs propers a les instal·lacions del parc fan servir els mateixos materials dels camins en comptes de plantar vegetació fixadora.



Figura 51. Contaminació del sòl amb materials procedents de les vies d'accés.

Font. Elaboració pròpia.

7.1.1. Anàlisi de l'evolució de l'àrea total del camp de dunes mòbils

El primer resultat obtingut amb la metodologia utilitzada per analitzar la dinàmica general del camp de dunes mòbils es pot observar en la figura 52, on es mostra l'evolució de l'àrea total en hectàrees del camp de dunes des de l'any 1988 a l'any 2011.

Taula 4. Relació de les àrees obtingudes per cada any a través de la digitalització del camp de dunes.

Any	1988	1992	1999	2003	2006	2008	2009	2010	2011
Àrea (ha)	3486,81	3565,74	3629,8	3586,05	3514,61	3643,47	3707,16	3572,89	3582,37

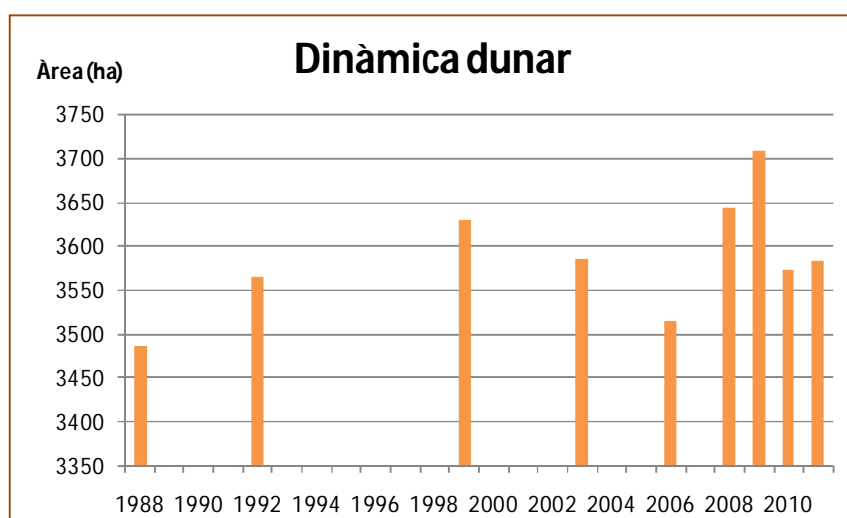


Figura 52. Evolució de la dinàmica dunar des de l'any 1988 al 2011.

Font. Elaboració pròpia.

Del 1988 al 2006 es pot definir una tendència natural en la dinàmica dunar, ja que durant aquests anys no va existir una pertorbació antropològica directa. En aquest període de temps s'observa com l'àrea total del camp de dunes mòbils al principi augmenta per després disminuir. Aquestes fluctuacions naturals són degudes a variacions en la dinàmica sedimentar, condicionades directament per factors climàtics com: precipitació, insolació i velocitats del vent.

Així doncs, s'observa que de l'any 1988 al 1999 l'àrea del camp de dunes mòbils presenta una tendència d'augment. Aquest fet pot ser degut a un clar avançament de les dunes mòbils sobre la plana fluvio-marina, que pot haver estat condicionat per velocitats del vent altes, una baixa precipitació i una elevada insolació. Per altra banda, s'observa que de l'any 1999 al 2006 l'àrea total del camp de dunes mòbils tendeix a disminuir. Aquest fet pot ser degut a un augment de la precipitació anual i, conseqüentment, una disminució de la velocitat del vent. Aquests dos factors provoquen que nova vegetació pugui créixer en zones de dunes mòbils passant a ser dunes fixes, segons el criteri de digitalització. Aquest pot ser el motiu pel qual el camp de dunes mòbils tendís a disminuir. Sumat a aquest fet, també es pot considerar que a l'haver-hi més precipitació, el cabal del riu augmentés fent que aquest cobrís més zona de dunes i disminuint així la seva àrea.

Per altra banda, a partir del 2008, la dinàmica dunar va ser directament afectada per les activitats de construcció i manteniment del parc eòlic. A partir d'aquest any s'observa que la tendència del camp de dunes mòbils és augmentar i disminuir, però en aquest cas d'una forma molt més ràpida en comparació amb la tendència natural d'anys anteriors.

Així doncs, s'observa que l'àrea total del camp de dunes mòbils augmenta de forma considerable l'any 2008, arribant al seu pic més alt a l'any 2009. Aquest fet pot ser degut a que, durant la construcció del parc, hi va haver una major dinàmica dels sediments a conseqüència del moviment de terres i anivellacions morfològiques. Per altra banda, es pot observar que l'any 2010 hi va haver una ràpida disminució de l'àrea, el motiu de la qual pot ser degut a la immobilització de les dunes i la construcció de vies d'accés amb materials que compacten el terra.

En el gràfic es pot observar que la dinàmica natural de les dunes mòbils tendeix a augmentar a un ritme màxim de 19,7 ha/any entre els anys 1988 i 1992, i a disminuir com a màxim a 17,8 ha/any, entre els anys 2003 i 2006. Pel que fa al moviment de les dunes mòbils influenciat per la construcció del parc eòlic, aquest tendeix a créixer a un ritme màxim de 63,7 ha/any, entre els anys 2008 i 2009, i a decreixer unes 134,3 ha/any entre els anys 2009 i 2010.

Aquestes dades mostren que durant l'etapa de construcció del parc eòlic possiblement es van alterar les tendències naturals de moviment de l'àrea del camp de dunes mòbils, fent que la seva dinàmica es veiés accelerada.

Finalment, s'observa que a partir de l'any 2010, quan va començar el funcionament del parc eòlic, l'àrea total del camp de dunes mòbils torna a augmentar. Com que només es disposa de dades d'un any posterior a l'inici del funcionament del parc eòlic, no es pot definir clarament si la tendència del camp de dunes serà augmentar o disminuir. Per aquest motiu va ser de gran importància l'anàlisi de les velocitats individuals de les dunes que es va realitzar posteriorment.

7.1.2. Anàlisi de la dinàmica dunar en el límit del camp de dunes

El resultat corresponent a la dinàmica dunar en el límit del camp de dunes es pot observar a la figura 53, on s'ha representat la dinàmica dunar, en la franja de contacte entre les dunes mòbils i la resta d'ecosistemes, des de l'any 1988 a l'any 2011. L'àrea amb el color més fosc representa aquella zona que ha estat ocupada per dunes mòbils tots els anys. A mesura que el color es va degradant indica que aquelles zones han estat ocupades per dunes mòbils menys anys.

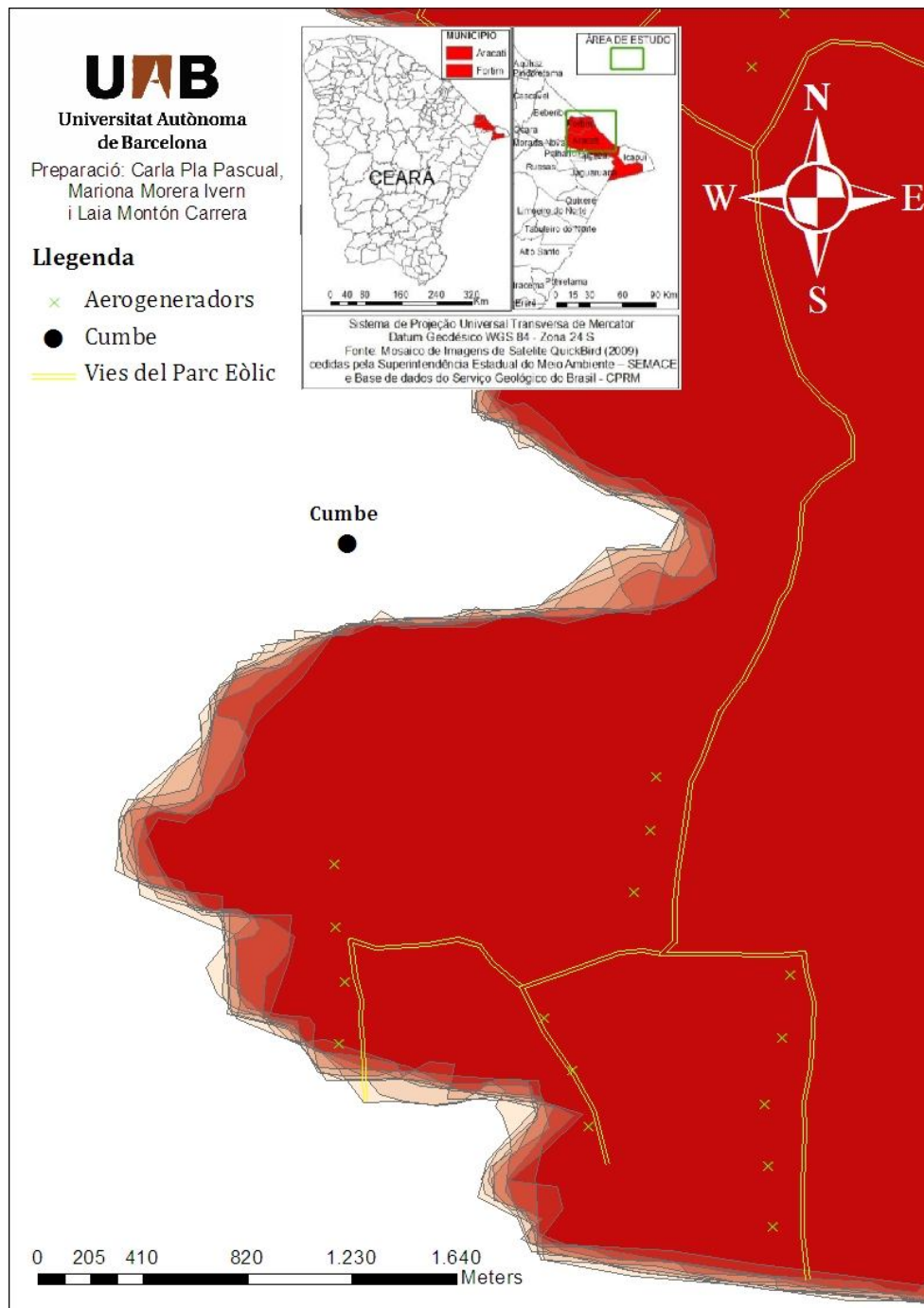


Figura 53. Evolució de l'àrea del sistema dunar des de l'any 1988 al 2011 de la unitat ENACEL del Parc Eòlic Aracati.

Font. Elaboració pròpia.

Observant la frontera de separació, es poden apreciar zones on la dinàmica dunar és més elevada i altres on el camp de dunes es manté pràcticament immòbil al llarg dels anys. Aquelles zones on el moviment de les dunes és major, el vent (procedent del est-sudest) bufa perpendicular a la línia de contacte entre els dos ecosistemes, mentre que aquelles zones a on el vent no bufa de forma perpendicular el moviment és pràcticament inexistent.

7.1.3. Anàlisi de la velocitat de les dunes mòbils

A partir de les distàncies obtingudes en el mapa corresponent a les figures 45 i 46 del capítol de metodologia es va fer el càlcul de velocitat d'avançament de les dunes individuals.

La relació de velocitats obtingudes tan per les dunes control com per les afectades es pot observar a la taula 5.

Taula 5. Relació de velocitats calculades per diferents anys i per les dunes control i afectades.

Velocitat m/any						
	Dunes control			Dunes afectades		
	Duna control 1	Duna control 2	Duna control 3	Duna afectada1	Duna afectada 2	Duna afectada 3
2003	13,33	7,67	12,00	6,33	5,67	7,00
2004	13,33	7,67	12,00	6,33	5,67	7,00
2005	13,33	7,67	12,00	6,33	5,67	7,00
2006	7,00	4,00	5,25	3,75	5,50	2,25
2007	7,00	4,00	5,25	3,75	5,50	2,25
2008	7,00	4,00	5,25	3,75	5,50	2,25
2009	7,00	4,00	5,25	3,75	5,50	2,25
2010	6,00	3,33	3,00	9,33	15,67	4,33
2011	6,00	3,33	3,00	9,33	15,67	4,33
2012	6,00	3,33	3,00	9,33	15,67	4,33

Font. Elaboració pròpia.

En primer lloc, pel que fa a la dinàmica de les dunes individuals, es representa en el gràfic de la figura 54 l'evolució de la velocitat d'avançament des de l'any 2003 al 2012.

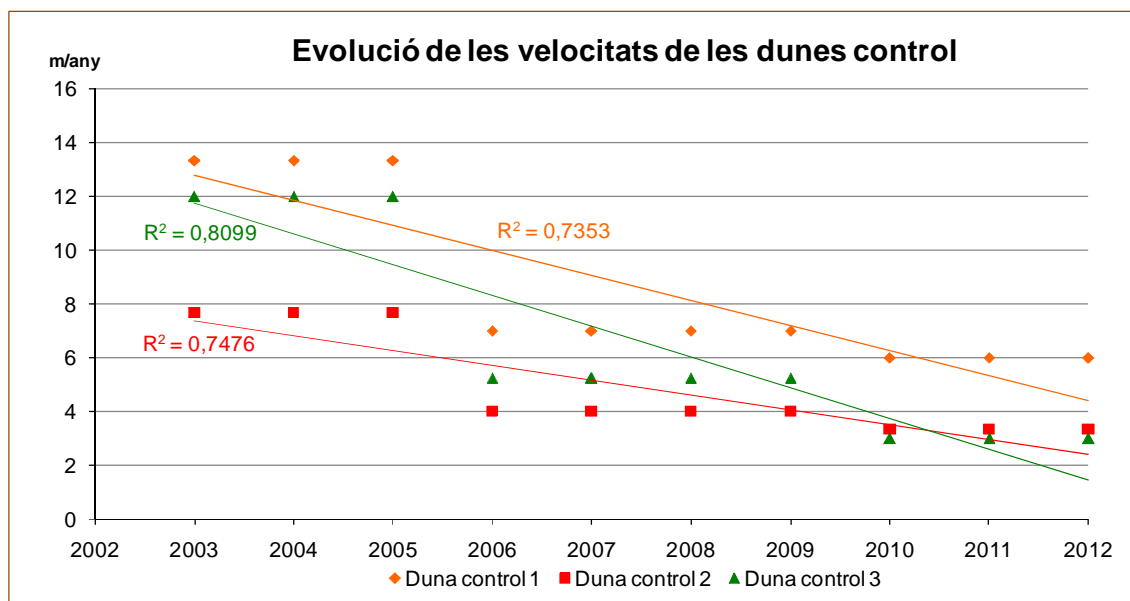


Figura 54. Evolució de la velocitat d'avançament de les dunes control de l'any 2003 al 2012.

Font. Elaboració pròpia.

En el gràfic es pot observar com és la dinàmica individual del moviment de les dunes sense ser alterades per causes antròpiques. Les tres tendències lineals resultants presenten valors significatius ja que les seves R^2 donen valors superiors a 0,7. El pendent de la recta de tendència en els tres casos és negatiu, fet que determina que, de l'any 2003 al 2012, la velocitat d'avançament de les dunes va tendir a disminuir a mesura que passaven els anys. Això pot ser degut a una menor velocitat del vent, menys aportació de sediments procedents de la platja i una major precipitació que fa que els sediments avancin més lentament.

En segon lloc, a partir de les distàncies obtingudes en el mapa corresponent a la figura 46 del capítol de metodologia s'ha elaborat el gràfic de la figura 55, el qual mostra l'evolució de la velocitat d'avançament de les dunes afectades per les activitats de manteniment del parc eòlic des de l'any 2003 al 2012.

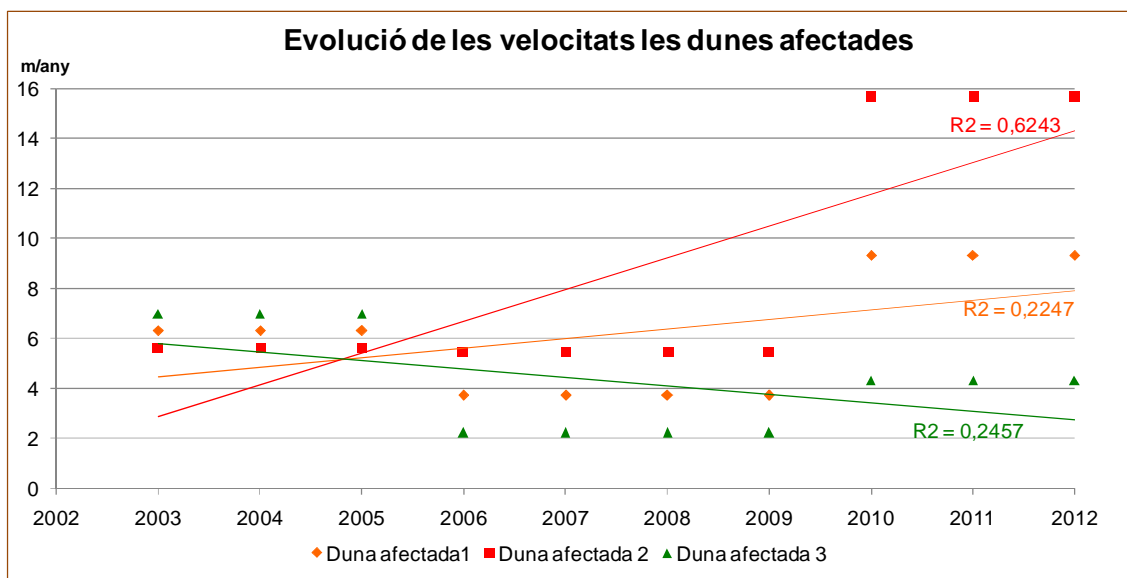


Figura 55. Evolució de la velocitat d'avançament de les dunes afectades de l'any 2003 al 2012.

Font. Elaboració pròpia.

En el gràfic es pot observar com és el moviment de les dunes afectades per les actuacions de manteniment del parc eòlic. Les tres rectes de tendències no es poden considerar com a vàlides ja que presenten una R^2 inferior a 0,7, fet que és degut a que, a causa de les activitats de manteniment del parc, es veu modificada la tendència lineal natural del moviment de les dunes.

Es pot observar que les dunes mòbils segueixen la mateixa tendència de moviment que les dunes control fins l'any 2009. És a partir del 2010 quan la velocitat de les dunes mòbils tendeix a augmentar, a diferència de les dunes control en les que seguia disminuint la seva velocitat. Per tant, es pot considerar que les dunes mòbils estan patint una acceleració de la seva dinàmica natural des de l'any 2010, moment en el que el parc va entrar en operació. Aquest fet corrobora la idea de que la velocitat d'avançament de les dunes que es troben afectades pel parc eòlic augmenta a causa de les activitats de manteniment durant la fase d'operació del parc, ja que se'ls aporta sediments extres provinents de la sorra acumulada en els camins.

Per altra banda, en el gràfic es pot observar que les dunes mòbils 1 i 2 l'any 2010 arriben a unes velocitats molt superiors a les registrades anteriorment. En canvi, la duna 3, tot i augmentar la seva velocitat a partir de l'any 2010, presenta un augment de la velocitat més moderat que el de les dunes anteriors. Aquesta diferència és deguda a la situació de les tres dunes a l'àrea d'estudi. En les dunes 1 i 2 es poden observar les conseqüències directes de l'aportació extra de sediments ja que estan situades més properes a les vies d'accés. Pel que fa a la duna 3, a l'estar més allunyada del parc, aquesta també presenta un augment de la seva velocitat però d'una manera no tant accentuada ja que l'aportació extra de sediments prové d'una zona més allunyada.

7.1.4. Anàlisi de les conseqüències de la fixació artificial del camp de dunes

Els resultats obtinguts pel que fa a l'anàlisi de la dinàmica de les dunes fixades es poden observar a la taula 6:

Taula 6. Resultats obtinguts del creixement vertical de les dunes fixades.

	Base C2 (m)	Hipotenussa H (m)	Alçada C1 (m)	Creixement (m/any)
Duna fixada 1	11,8	16	10,81	3,60
Duna fixada 2	13,55	15,3	7,11	2,37
Duna fixada 3	16,25	16,5	2,86	0,95

Font. Elaboració pròpia.

Les dades obtingudes mostren el ritme de creixement vertical de les dunes que han estat creades com a conseqüència de la fixació dels sediments. S'observa que la duna més alta arriba a una alçada de quasi 11 metres i la més baixa a 3 metres. Aquesta diferència pot ser deguda a la localització de les dunes i a que la duna fixada 1 (la més alta) va començar a ser fixada abans que les altres dues.

Si es realitza la mitjana entre les velocitats de creixement de les tres dunes fixades, s'obté un creixement de 2,31 metres/any. Tenint en compte que el parc eòlic té una llicència d'activitat per 18 anys més, en el cas que es seguis fixant la duna i es deixés créixer al ritme que ho està fent ara, al 2030, s'arribaria a tenir dunes d'una alçada d'uns 41,5 metres. Com que aquest fet és inviable i causaria molts problemes en el parc eòlic, possiblement la sorra acumulada a les dunes fixades serà transportada cap a les dunes mòbils del seu davant (en la direcció del vent), fent que s'acceleri encara més la dinàmica del camp de dunes.

7.1.5. Anàlisi íntegra dels resultats

Si es realitza una anàlisi global dels resultats obtinguts sobre la dinàmica del camp de dunes, es pot observar que la tendència natural d'aquest abans de la implantació del parc eòlic era disminuir (tal i com es pot observar en el gràfic de la figura 52 i el gràfic de la figura 54). Però és a partir de la instal·lació d'aquest parc que s'observa una alteració en la dinàmica dunar, fent que en comptes de disminuir la seva velocitat de propagació, comenci a augmentar degut a les activitats de manteniment. Es considera com a més impactant l'aportació extra de sorra a les dunes mòbils i passa en segon pla la fixació de sorra, ja que aquest impacte, als resultats, no ha donat valors significatius.

7.2. Estudi socioambiental: Anàlisi dels serveis ecosistèmics

A continuació es presenten els resultats obtinguts a partir de cadascuna de les metodologies utilitzades per identificar i analitzar els serveis ecosistèmics del camp de dunes.

7.2.1. Identificació dels serveis ecosistèmics: Free listing

Per tal d'analitzar els serveis ecosistèmics del camp de dunes percebuts pels habitants de la comunitat de Cumbe, primer es van classificar els serveis obtinguts en les llistes extretes de cada free listing (ANNEX II). Aquesta classificació es va realitzar agrupant les paraules que tenien el mateix significat.

A continuació es descriuen els serveis ecosistèmics classificats:

El servei “oci” inclou: “divertir-se”, “banyar-se als llacs interdunars”, “passejar”, “jugar”, “observar la posta de sol”, “anar amb bicicleta”, “anar amb moto” i “jugar a futbol”.

El servei “espiritual i reflexió” inclou frases que es consideren una descripció dels sentiments de benestar proporcionats pel camp de dunes i que li donen, per tant, un valor simbòlic. Entre elles s'ha trobat: “forma part de les nostres vides”, “és tot per nosaltres”, “és la nostra vida”, “signifiquen molta cosa”, “signifiquen vida”, “extrema importància per la comunitat”, “òptim per la comunitat”, “importància ambiental” i “llibertat”.

El servei “estètica” engloba aquells comentaris que demostren una apreciació de les característiques paisatgístiques: “bellesa natural”, “bellesa paisatgística”, “observar el paisatge”, “valor paisatgístic” i “observar la seva naturalesa”.

El servei “reforç de relacions” fa referència a aquells serveis que tenen com a finalitat reforçar les relacions socials de les persones de la comunitat: “passejar amb la família”, “passar el dia amb la família”, “passejar amb els nens/es”, “passar el diumenge amb més gent de la comunitat”.

El servei “provisió d'aigua” engloba: “reservori d'aigua”, “abastiment d'aigua” i “creació de llacs”. Dins d'aquest servei no s'han tingut en compte els serveis que proporcionen els llacs interdunars ja que aquests s'han considerat part del conjunt del camp de dunes.

El servei “material per artesanía” engloba tant “fusta”, “pedres” com “objectes” per artesanía.

Un cop identificats i classificats els serveis ecosistèmics es van introduir les dades al programa *Anthropac* i es va obtenir la taula 7. En aquesta taula es poden observar tres paràmetres. En primer lloc, la freqüència amb la que es va anomenar cada servei (*frequency %*) i, en segon lloc, una mitjana de l'ordre en el que van aparèixer a les llistes extretes de cada free listing individual (*average rank*). Per últim, per tal de saber el grau d'importància de cadascun dels serveis ecosistèmics s'utilitza l'indicador *Salience*, que relaciona la freqüència i l'ordre d'aparició de cada concepte. Aquest indicador considera que els serveis que s'han mencionat primer i els que tenen una freqüència més elevada són els de més importància.

Taula 7. Anàlisi de la valoració dels serveis ecosistèmics, del camp de dunes per la comunitat de Cumbe, extrets del free-listing, n=38.

Concept	Frequency (%)	Average Rank	Saliency
Oci	86,8	1,97	0,666
Via d'accés	55,3	2,71	0,289
Espiritual i reflexió	26,3	1,3	0,243
Turisme	21,1	3,5	0,133
Estètica	18,4	2,14	0,123
Recol·lecta de fruita	23,7	3,22	0,118
Pesca	18,4	3,14	0,097
Relacions socials	13,2	3	0,087
Patrimoni arqueològic	7,9	1,67	0,075
Provisió d'aigua	7,9	5,33	0,051
Material per artesanía	5,3	2,5	0,037
Patrimoni històric-cultural	5,3	3,5	0,036
Comerç	10,5	3,25	0,035
Rentar roba	5,3	5	0,033
Refugi	5,3	6,5	0,032
Recol·lecta de sorra	5,3	6,5	0,024
Recol·lecta de llenya	5,3	6,5	0,023
Esport	2,6	3	0,013
Plantació de fruita	2,6	5	0,009
Biodiversitat	2,6	11	0,008

Font. Elaboració pròpia.

El servei ecosistèmic de més importància segons la percepció dels habitants de Cumbe, és l'oci. Aquest servei va ser citat pel 86,8% de les persones enquestades.

El següent servei ecosistèmic més important i més cops enumerat va ser el de “via d'accés”. Els habitants de la comunitat de Cumbe utilitzen el camp de dunes per arribar a altres comunitats com Canoa Quebrada, per anar a la platja o al manglar. Aquest fet es deu a que, tot i no ser la única via de comunicació, és la més ràpida.

Altrament, també s'observa com el camp de dunes és un lloc d'un valor simbòlic important per la comunitat, ja que el servei “espiritual i reflexió” ocupa el tercer lloc de la taula 7.

Els següents serveis presenten una *saliency* més baixa que els anteriors, però no poc significativa, i són: “turisme”, “estètica”, “recol·lecta de fruita” i “pesca”. Tots aquests serveis tenen una cosa en comú: es caracteritzen per ser serveis ecosistèmics de supervivència. El turisme i l'estètica es complementen, ja que el principal potencial turístic del camp de dunes és la seva bellesa. Del turisme s'obté benefici econòmic, mentre que, tant la recol·lecta de fruita com la pesca són fonts de provisió d'aliment per la comunitat.

Les “relacions socials”, el “patrimoni arqueològic” i la “preservació d'aigua” que ofereix el camp de dunes, presenten una *saliency* de 0,087, 0,075 i 0,051

respectivament, que, en comparació amb les de la resta dels serveis ecosistèmics, es pot considerar que són de mitjana importància pels habitants de Cumbe.

Entre els serveis considerats de baixa importància es troben: “material per artesanía”, “patrimoni històric-cultural”, “comerç”, “rentar roba”, “refugi” i “recol·lecta de llenya”. A continuació es descriuen les possibles raons per les quals els habitants de Cumbe poden haver considerat aquests serveis menys importants:

- “Material per artesanía”: menys d’un 1% de la població de Cumbe es dedica a l’artesanía. Per aquest motiu no moltes persones són conscients de la importància d’aquest servei ecosistèmic.
- “Patrimoni històric-cultural”: tenint en compte que aquest servei s’ha identificat a partir d’una llegenda molt antiga, probablement gran part de la comunitat no la té present o no la relacionen amb un servei ecosistèmic.
- “Comerç”: actualment només existeix una barraca/bar al camp de dunes, propietat d’una sola persona de la comunitat de Cumbe. Per això, la majoria de la població, tot i fer ús d’aquesta barraca, no la identifiquen com un servei ecosistèmic.
- “Rentar roba”: aquest servei, temps enrere era bàsic per la comunitat, però actualment, com que existeix aigua corrent a les cases, poques persones el practiquen.
- “Refugi”: les dunes han estat durant molt de temps un lloc de refugi per la comunitat de Cumbe quan pluvia molt i les cases i els carrers quedaven inundats. Actualment poques persones tenen present les dunes com un lloc de refugi, ja que la última inundació va tenir lloc fa 27 anys.
- “Recol·lecta de sorra”: la sorra del camp de dunes ha estat utilitzada durant molt de temps pels habitants de Cumbe com a material de construcció. Encara ara, tot i que amb menys freqüència, atribueixen aquest ús al camp de dunes.
- “Recol·lecta de llenya”: aquest servei ecosistèmic és considerat de poca importància ja que, tot i que durant molts anys es recollia llenya per fer foc i cuinar, actualment pràcticament no s’utilitza gràcies a les noves tecnologies.

Per últim s’han identificat tres serveis ecosistèmics de molt poca importància per la comunitat, amb una *salience* menor a 0,02: “esport”, “plantació de fruita” i “biodiversitat”.

7.2.2. Impactes als serveis ecosistèmics: Grups focals

Per tal de completar la llista de serveis ecosistèmics extreta a partir del free listing i veure quins serveis s’han vist modificats o han desaparegut des de la instal·lació del parc eòlic, es van fer dos grups focals. El primer grup estava format per persones de Cumbe que estaven en contra de la instal·lació del parc eòlic (grup focal 1) i el segon, per habitants de la comunitat que hi estaven d’acord (grup focal 2).

En primer lloc, pel que fa a la finalitat d'obtenir nous serveis ecosistèmics no considerats en els free listings, se'n van obtindre dos: l'ús del camp de dunes per "agricultura" (anomenat pel grup 2) i la "caça d'animals" (anomenat pel grup 1), que es considera un servei d'oci i no de supervivència.

En segon lloc, pel que fa a la finalitat d'identificar els serveis ecosistèmics que s'han vist modificats a partir de la instal·lació del parc eòlic s'ha realitzat la taula 8, a on es resumeixen els resultats extrets dels dos grups focals (ANNEX III).

Taula 8. Resultats obtinguts del dos grups focals.

		Caminar Esports Bany als llacs interdunars Pesca Rentar roba Recol·lecta de fruita Caça Recol·lecta de llenya Recol·lecta de material Refugi Via d'accés Passeig de buggy Agricultura Recol·lecta de sorra Jugar a carretilla Fútbol													
Modificats	Parc eòlic	-	-	-											
	Causes externes														
No modificats															

Grup 1
Grup 2

Font. Elaboració pròpia.

Tal i com es pot observar a la taula 8, el grup focal 1 va identificar 11 serveis ecosistèmics, mentre que el grup focal 2 en va identificar només 9. Aquest fet demostra que les persones que valoren més el camp de dunes són aquells que estan en contra de la instal·lació del parc eòlic.

Per altra banda, una diferència que s'observa entre el grup 1 i el grup 2 és el tipus de serveis que identifiquen. En primer lloc, els que estan en contra, identifiquen serveis més tradicionals com: "rentar roba", "caça", "recol·lecta de llenya i fruita" i "materials d'artesanía". En segon lloc, a diferència del grup 1, els que estan a favor del parc eòlic identifiquen serveis que poden proporcionar beneficis econòmics, com el "turisme", "l'agricultura" i la "recol·lecta de sorra".

Altrament, els dos grups coincideixen en la percepció de 4 serveis ecosistèmics: "bany als llacs interdunars", "pesca", "recol·lecta de material per artesanía" i "via d'accés". En primer lloc, tots dos grups han identificat un canvi des de la instal·lació del parc eòlic en els serveis "via d'accés" i "bany als llacs interdunars". Pel que fa al "bany als llacs interdunars" el canvi s'ha percebut com a negatiu ja que actualment s'han privatitzat algunes zones. Per altra banda, el canvi provocat en el servei "via d'accés" s'ha considerat negatiu pel grup 1 i positiu pel grup 2, ja que uns consideren que la privatització de zones redueix la lliure mobilitat mentre que els altres consideren que els camins del parc eòlic la faciliten. En segon lloc, els dos grups focals han coincidit classificant el servei ecosistèmic de la "recol·lecta de material per l'artesanía" com a no modificat. Finalment, els dos grups focals divergeixen en l'opinió sobre el servei ecosistèmic de la "pesca", ja que el grup 1 considera que no s'ha vist modificat, mentre que el grup 2 considera que s'ha vist modificat per causes externes al parc eòlic.

En conclusió, pel que fa als canvis provocats per la presència del parc eòlic en els serveis ecosistèmics, aquests, majoritàriament, són deguts a la privatització de la zona, i els més impactats són: “oci”, “vies d'accés” i “turisme”. Cal destacar que tant “oci” com “via d'accés” s'han identificat com els més importants segons els resultats del free listing, per tant, els serveis amb major ús per les persones de la comunitat resulten ser els més afectats.

A través del gràfic de la figura 56, es pot apreciar les diferents percepcions dels serveis ecosistèmics pels dos grups. El grup que està en contra considera que un 37 % dels serveis ecosistèmics es veuen modificats pel parc, mentre que el grup que està a favor, només un 22%. Per altra banda, el grup que està a favor, pràcticament la meitat de serveis ecosistèmics que han identificat no els ha considerat modificats.

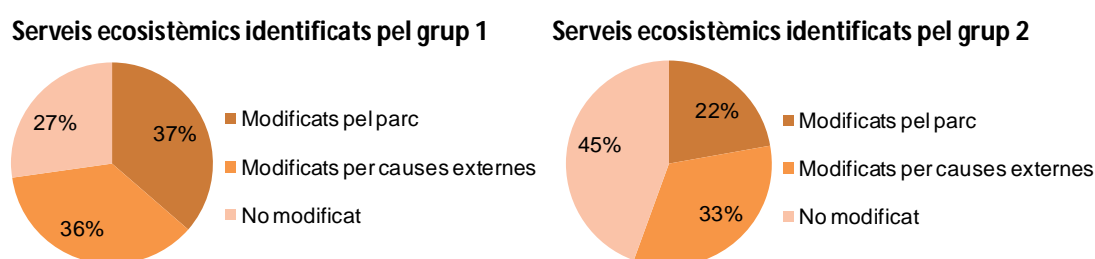


Figura 56. Comparació dels serveis ecosistèmics identificats pel grup 1 (a favor) i grup 2 (en contra) segons si s'han vist modificats o no.

Font. Elaboració pròpia.

Finalment, cal remarcar que cap dels serveis que han estat identificats a partir de la percepció dels habitants de Cumbe ha deixat d'existir a causa de la implantació del parc eòlic, només s'ha vist reduït el seu ús.

7.3. Comparació segons les fonts d'identificació

A la taula 9 es mostren els serveis ecosistèmics classificats segons la font d'informació des de la que han estat identificats (literatura, entrevistes i free listing, grups focals i observació a l'àrea d'estudi) i si aquests s'han vist impactats des de la implantació del parc eòlic segons els resultats extrets dels grups focals i la bibliografia consultada.

Taula 9. Serveis ecosistèmics del camp de dunes de Cumbe classificats segons la font utilitzada per ser identificats.

SERVEIS ECOSISTÈMICS	Font d'identificació				Impactats
	Literatura	Free listing	Grups focals	Observació	
Serveis de provisió					
Producció d'aliment	•	•	•	•	
Fibra, fusta i combustibles	•	•	•	•	
Emmagatzematge d'aigua dolça	•	•		•	•
Recursos genètics	•				•
Pesca		•	•		
Recol·lecta de sorra		•	•		
Material per artesanía		•	•	•	
Caça d'animals			•		
Agricultura			•		
Comerç		•		•	•
Serveis de regulació					
Regulació del clima	•				
Règim hidrològic	•				•
Regulació de fluxos energètics	•				•
Regulació biològica	•				•
Control de contaminació i detoxificació	•				
Protecció a l'erosió	•				•
Riscos naturals	•				
Serveis culturals					
Espiritual i reflexió	•	•		•	•
Oci	•	•	•	•	•
Turisme	•	•	•	•	•
Estètica	•	•		•	•
Educació	•			•	
Patrimoni històric-cultural		•			
Refugi		•	•		
Patrimoni arqueològic	•	•		•	•
Relacions socials		•		•	•
Rentar roba		•	•		
Serveis de suport					
Biodiversitat	•	•			•
Formacó de sòls	•				•
Cicle de nutrients	•	•			
Altres					
Via d'accés		•	•	•	•
Esport		•	•	•	•

Font. El·laboració pròpia.

Comparant les diferents fonts d'obtenció de la informació, s'observa que alguns dels serveis ecosistèmics identificats a la literatura no són percebuts pels habitants de la comunitat de Cumbe. Entre aquests serveis es troben: "recursos genètics", "educació" i els serveis de regulació.

Altrament, alguns serveis ecosistèmics percebuts per la comunitat de Cumbe no han estat identificats en cap font bibliogràfica. Entre ells es troben: "pesca", "recol·lecta de sorra", "material per artesanía", "caça d'animals", "agricultura", "comerç" i "patrimoni històric-cultural".

Cal esmentar que dels serveis que van ser identificats a partir de l'observació a l'àrea d'estudi, no se'n va trobar cap que no hagués estat percebut pels habitants de Cumbe o descrit en la bibliografia consultada.

Finalment, del total de serveis ecosistèmics que proporciona el camp de dunes un 53% s'han vist modificats des de la implantació del parc eòlic. Per altra banda, es pot apreciar que els serveis més impactats han estat: els serveis de regulació, trobant-se afectats un 57% d'aquests; i els serveis culturals, amb un percentatge del 60%.

8. CONCLUSIONS

A partir de les anàlisis realitzades sobre la dinàmica del camp de dunes, s'han obtingut resultats que indiquen que les activitats de manteniment representen una clara pertorbació sobre l'ecosistema, fent augmentar la velocitat de propagació del camp de dunes. Aquest fet pot ser perjudicial tant ambientalment com socialment. Per una banda, l'alteració de la dinàmica del camp de dunes pot provocar conseqüències negatives pels sistemes ambientals que s'hi troben associats; i per l'altra, les cases més pròximes al camp de dunes corren el perill de quedar soterrades abans del que ho farien si la dinàmica dunar seguís el seu ritme.

Finalment, els resultats obtinguts no mostren evidències clares de que la compactació i la fixació del camp de dunes generi reduccions en la dinàmica de l'ecosistema, per tant, es creu que aquesta pertorbació s'hauria d'estudiar més profundament seguint altres metodologies per poder concloure si realment aquests fets tenen o no conseqüències.

Cal tenir en compte que els efectes de la instal·lació del parc eòlic a llarg termini encara no s'han pogut reflectir en aquest estudi degut a que fa només dos anys que el parc està operatiu. Per aquest motiu, els resultats obtinguts sobre els canvis en la dinàmica dunar s'haurien de completar amb posteriors estudis.

Respecte a l'anàlisi socioambiental, s'ha pogut concloure que el camp de dunes proporciona 32 serveis ecosistèmics. D'entre tots els serveis se n'han identificat 12 de nous, percebuts pels habitants de Cumbe, que fins al moment no havien estat descrits per cap font bibliogràfica. Tots aquests serveis no poden ser identificats sense un estudi social de camp. Aquest pot ser el motiu pel que no s'han trobat en la literatura consultada, ja que en els estudis realitzats fins ara només s'han tingut en compte les bases científiques per descriure els serveis ecosistèmics.

Per altra banda, els habitants de Cumbe no han identificat alguns dels serveis ecosistèmics proporcionats pel camp de dunes, com són els "serveis de regulació" i "recursos genètics". Aquest fet pot ser degut a que aquests serveis no proporcionen un ús directe a la comunitat, sinó que aquesta n'extreu beneficis indirectes. Aquests beneficis es deuen a que el camp de dunes està interrelacionat amb els ecosistemes del seu voltant, preservant així els processos ambientals que garanteixen la continuïtat de les relacions ecodinàmiques naturals associades a l'existència de biodiversitat. És precisament aquesta biodiversitat la que garanteix la supervivència dels habitants de Cumbe.

Un altre dels serveis que proporcionen beneficis indirectes per la població és la "provisió d'aigües" que, per aquest mateix motiu, ha estat anomenat amb poca freqüència pels habitants de la comunitat, tot i ser un dels serveis ecosistèmics més importants segons la literatura i la observació al camp.

Per altra banda, els serveis ecosistèmics més importants percebuts pels entrevistats, tot i no ser essencials per la supervivència de la comunitat, són "l'oci" i "la via d'accés". Cal remarcar que, com assenyalen els resultats,

aquests més usats han estat, segons la població, els serveis més impactats des de la implantació del parc eòlic.

Un altre dels serveis ecosistèmics que s'han vist impactats pel parc és "l'estètica", directament relacionada amb el "turisme"; el qual també s'està veient perjudicat a causa de la privatització d'algunes zones del camp de dunes. Aquest fet està deixant a la comunitat amb menys recursos per poder-se desenvolupar sosteniblement ja que un dels seus potencials econòmics és l'ecoturisme.

Tenint en compte que la meitat dels serveis ecosistèmics que proporciona el camp de dunes s'ha vist modificada des de la implantació del parc eòlic, l'impacte socioambiental es pot considerar important ja que les tradicions i la forma de vida dels habitants de la comunitat s'han vist directament afectades.

Per tal de completar els resultats obtinguts en aquest estudi, hagués estat interessant realitzar estudis sobre els potencials impactes que la presència del parc eòlic provoca en l'avifauna i els aqüífers de la zona, però el temps reduït del que es disposava i la manca de recursos ha impossibilitat aquesta tasca. De la mateixa forma, també seria important quantificar els fluxos energètics que interaccionen entre el camp de dunes i la resta d'ecosistemes, ja que si aquests es veiessin afectats suposaria un gran impacte a la biodiversitat de la zona.

Les causes per les quals els òrgans del govern permeten aquests impactes són varies, però podem concloure que majoritàriament són degudes al sistema legislatiu brasiler, que mitjançant derogacions i contra-derogacions permet que es duguin a terme instal·lacions i activitats que potencien el creixement econòmic a canvi de la degradació del medi. D'una altra banda, es ven l'energia eòlica com una font "d'energia neta" que, en teoria, provocarà un baix impacte en el medi ambient, però la perillositat d'aquesta generalització queda palesa en el fet de passar per alt els impactes locals i específics corresponents a cada zona d'implantació i no considerar-los de forma individual i, de totes formes, destructiva.

Cal recalcar també que, per a obtenir una llicència d'instal·lació de parcs eòlics, les empreses constructores només presenten justificatives locacionals, tot i que per llei se'ls obliga a incloure una avaluació d'alternatives locacionals. Així doncs, en aquestes justificatives locacionals es raona perquè la zona escollida per a la instal·lació és el millor indret on es pot implantar una activitat d'aquest tipus, i no es valora la possibilitat de traslladar-les a altres llocs. Els parcs eòlics podrien ser implantats a altres zones que no fossin APP, com és el cas dels altiplans o zones ambientalment ja degradades. Però aquestes opcions no són contemplades per les empreses constructores, lògicament el pressupost és més baix quan aquestes instal·lacions es fan a zones que no són de ningú: com el cas del camp de dunes de Cumbe.

Per últim, si es fa referència a la situació del camp de dunes un cop acabi la vida útil del parc eòlic, podríem definir els impactes produïts sobre la dinàmica del camp com a severos i no crítics, ja que no són impactes que produeixen una pèrdua permanent de la qualitat ambiental, sinó que amb la correcta aplicació d'algunes mesures correctores intensives i passat el temps suficient després de la finalització de l'activitat, encara seria viable la recuperació de l'ecosistema. A banda d'això, l'impacte produït en els serveis ecosistèmics es classifica com a

compatible, ja que la seva recuperació serà immediata i de forma natural al finalitzar l'activitat.

En conclusió, el cas de l'energia eòlica a Cumbe és un exemple més de conflicte ambiental, on el sector privat ven un suposat progrés i creixement a zones més susceptibles i menys desenvolupades.

El desenvolupament de la indústria de l'energia eòlica ha generat, i segueix generant, grans debats sobre els costos i beneficis socials i ambientals. Estem davant d'un conflicte de racisme ambiental on les comunitats més vulnerables pateixen de forma desproporcionada la pressió de la degradació ambiental i la pèrdua d'accés als recursos i serveis ambientals.

El racisme ambiental és una violació dels drets humans i és segons Alfredo Seguel:

“una forma de discriminació causada per governs i polítiques del sector privat, que intencionalment o no, atempten contra l'ambient, la salut, biodiversitat, l'economia local, la qualitat de vida i la seguretat en comunitats”.

Les energies renovables segueixen la lògica del desenvolupament sostenible i ajuden a la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle, contribuint així a la disminució dels impactes globals. En contra d'això, les conseqüències de la reducció d'aquests impactes globals són la creació de nous impactes locals, centrats en petites comunitats excloses d'aquest afany per créixer.

La indústria de les energies renovables creix sota el concepte de “desenvolupament sostenible” i “energia neta” i, alhora, està perjudicant i degradant aquelles comunitats, que sense tenir molt present aquest concepte, l'apliquen molt millor.

Es pretén créixer sosteniblement trepitjant el creixement sostenible dels altres; si estem disposats a viure en aquesta eterna hipocresia, com a mínim, s'haurien d'avaluar les alternatives locacionals i considerar els interessos de tots, no només els d'uns quants.

9. PROPOSTES DE MILLORA

En relació als resultats i les conclusions anteriorment exposades, s'han descrit tres tipus de propostes de millora encaminades a: disminuir l'afectació del impactes en l'actualitat, intentar evitar-los en futures instal·lacions i poder tornar a l'estat original de l'ecosistema del camp de dunes un cop la instal·lació sigui abandonada.

El pla de gestió sostenible que es contempla en aquest projecte està dividit en quatre línies d'actuació:

- **Línia d'actuació 1:** Educació ambiental
- **Línia d'actuació 2:** Social
- **Línia d'actuació 3:** Ambiental
- **Línia d'actuació 4:** Legal

Aquestes 4 línies d'actuació estan dividides en 9 accions que es descriuen a continuació:

I. Línia d'actuació 1: Educació ambiental

Acció 1.1.: Educació i sensibilització ambiental

Descripció de l'acció:

- Organització de xerrades amb experts científics.
- Fer campanyes de sensibilització.
- Incorporar l'educació sobre el medi ambient a les escoles.

Objectiu i línies d'acció de referència:

- Sensibilitzar els usuaris dels camps de dunes sobre la necessitat de preservar i conservar aquest espai.
- Augmentar el coneixement sobre el camp de dunes i les seves característiques i importància com a ecosistema.
- Conscienciar a les persones de la importància de protegir aquest ecosistema.
- Educar a les futures generacions amb valors que promoguin el respecte cap a la naturalesa.

Beneficis esperats:

- Protecció, conservació i preservació de l'ecosistema associat al camp de dunes, pels habitants de Cumbe.
- Que els habitants de Cumbe valorin l'ecosistema del camp de dunes i així lluitin per la seva preservació.

Responsables: Experts científics, representants municipals i professors.

Persones implicades: La comunitat de Cumbe.

Termini d'execució: A curt termini.

Pressupost: El cost d'aquesta acció dependrà dels experts i del nombre de campanyes realitzades.

II. Línia d'actuació 2: Social

Acció 2.1.: *Comunicació fluida entre els responsables de l'empresa Bons Ventos i la "Associação de Moradores do Cumbe".*

Descripció de l'acció: Obrir un diàleg sense ambigüitats i evitant confusions i manipulacions.

Objectiu i línies d'acció de referència: Donar a conèixer a l'empresa Bons Ventos les necessitats de la comunitat

Beneficis esperats: Proporcionar mesures compensatòries i ajudes als habitants de Cumbe.

Responsables: Representant de l'empresa Bons Ventos i representant de la *Associação de Moradores do Cumbe*.

Persones implicades: Departament de relacions públiques de l'empresa Bons Ventos i membres de la *Associação de Moradores do Cumbe*.

Termini d'execució: A curt termini

Pressupost: -

Acció 2.2.: *Cursos de formació professional de mecànica*

Descripció de l'acció: Subvencionar cursos de formació professional tècnica pels habitants de Cumbe.

Objectiu i línies d'acció de referència: Poder oferir llocs de treball qualificats als habitants de Cumbe en el manteniment del parc eòlic.

Beneficis esperats:

- Poder oferir més que llocs de treball als habitants de Cumbe.
- Presentar una oferta laboral pels habitants de Cumbe que no només es centri en llocs de treball de vigilància.

Responsables: Departament de Recursos Humans de Bons Ventos

Persones implicades: Treballadors de la empresa Bons Ventos i alguns habitants de Cumbe.

Termini d'execució: Curt termini

Pressupost: Segons els cursos oferts per Bons Ventos.

Acció 2.3.: Realització de pre-estudis socioambientals de la zona.

Descripció de l'acció: Incloure en els estudis previs a les concessions de llicències, anàlisis socioambientals que avaluin els serveis ecosistèmics que poden ser afectats i estudis que identifiquin les zones més freqüentades per la comunitat.

Objectiu i línies d'acció de referència: Evitar la prohibició d'accés a aquelles zones de gran importància per la comunitat, i per tant les més freqüentades i en les que es realitzen més activitats.

Beneficis esperats: Els habitants de l'àrea pròxima a la instal·lació podran seguir realitzant els usos i activitats sense prohibició d'accés a les zones més freqüentades, i sense que els serveis ecosistèmics d'aquesta es vegin tant impactats.

Responsables: Consultories i auditories ambientals responsables de realitzar aquests estudis.

Persones implicades: Habitants de les comunitats.

Termini d'execució: A llarg termini.

Pressupost: El cost de l'acció dependrà del grup d'experts i de les dimensions de l'estudi realitzat.

III. Línia d'actuació 3: Ambiental

Acció 3.1..: *Monitorització de la dinàmica dunar*

Descripció de l'acció: Seguir fent una avaluació dels canvis en la dinàmica dunar monitoritzant el moviment de les dunes i descrivint l'afectació a l'ecosistema.

Objectiu i línies d'acció de referència:

- Conèixer la dinàmica dunar .
- Proposar un pla per tal de minimitzar l'augment de l'avanç de les dunes sobre la població de Cumbe.

Beneficis esperats: Disminució de la velocitat d'avançament de les dunes, per tant, reducció de l'impacte que es provoca als altres ecosistemes i retard del soterrament de les cases més pròximes al camp de dunes.

Responsables: Empresa Bons Ventos.

Persones implicades: Treballadors de l'empresa.

Termini d'execució: A llarg termini.

Pressupost: El cost de l'acció dependrà del grup d'experts i de les dimensions de l'estudi realitzat.

Acció 3.2.: *Creació d'un pla de desmantellament.*

Descripció de l'acció: Que responsables de la empresa Bons Ventos realitzin un estudi de mesures correctores per quan s'acabi la llicència d'operació del parc eòlic.

Objectiu i línies d'acció de referència: Poder reparar els impactes ocasionats en la dinàmica dunar un cop el parc deixi d'estar en funcionament.

Beneficis esperats:

- Recuperació de la dinàmica natural de l'ecosistema.
- Regeneració dels fluxos de matèria i energia interecosistèmics

Responsables: Tècnics de projectes de Bons Ventos

Persones implicades: Encarregats de portar a terme les mesures correctores al camp.

Termini d'execució: A llarg termini

Pressupost: El cost de l'acció dependrà del grup d'experts i de les dimensions de l'estudi realitzat.

IV. Línia d'actuació 4: Legal

Acció 4.1.: *Protecció de la zona de dunes des de l'òrgan municipal.*

Descripció de l'acció: Creació d'una ordenança municipal eficient que protegeixi les dunes.

Objectiu i línies d'acció de referència:

- Aconseguir una protecció de l'ecosistema del camp de dunes.
- Protegir els ecosistemes associats.

Beneficis esperats: Impedir l'alteració antròpica dels ecosistemes considerats.

Responsables: Òrgans del govern legislatiu.

Persones implicades: Representants municipals.

Termini d'execució: A llarg termini.

Pressupost: -

Acció 4.2.: *Protecció de les comunitats tradicionals*

Descripció de l'acció: Elaborar un estudi en el que s'avalui la importància dels recursos ambientals i socials de la comunitat.

Objectiu i línies d'acció de referència:

- Protegir la comunitat de Cumbe.
- Valoritzar i protegir els seus recursos ambientals.
- Valorar les seves tradicions i cultura.

Beneficis esperats:

- Aconseguir que la comunitat de Cumbe sigui una comunitat tradicional protegida.
- La no privatització de les zones on abans els habitants de Cumbe feien vida.

Responsables: Grup d'experts que elaborin l'estudi.

Persones implicades: Grup d'experts i responsables municipals.

Termini d'execució: Llarg termini.

Pressupost: El cost de l'acció dependrà del grup d'experts i de les dimensions de l'estudi realitzat.

10. PROGRAMACIÓ

2012	MARÇ			ABRIL				MAIG					JUNY		AGOST				SET.
	del 12 al 18	del 19 al 25	del 26 al 1	del 2 al 8	del 9 al 15	del 16 al 22	del 23 al 29	del 30 al 6	del 7 al 13	del 14 al 20	del 21 al 27	del 28 al 3	del 4 al 10	del 11 al 17	del 6 al 12	del 13 al 19	del 20 al 26	del 27 al 1	3
ACTIVITATS	set. 1	set. 2	set. 3	set. 4	set. 5	set. 6	set. 7	set. 8	set. 9	set. 10	set. 11	set. 12	set. 13	set. 14	set. 15	set. 16	set. 17	set. 18	set. 19
Planificació del projecte																			
Recerca bibliogràfica i documentació																			
Recopilació de material cartogràfic																			
Aprenentatge de l'ús de programes SIG																			
FASE INICIAL																			
Redacció antecedents																			
Redacció situació àrea d'estudi																			
Redacció justificació i objectius																			
Preparació de la metodologia a seguir																			
TREBALL DE CAMP																			
Anàlisi ambiental																			
Identificació dels impactes																			
Marcació punts GPS																			
Digitalització de mapes																			
Mesura de l'alçada dunar																			
Anàlisi socioambiental																			
Observació participant																			
Entrevistes Freelistig																			
Reunions Grups Focals																			



2012	MARÇ			ABRIL				MAIG					JUNY		AGOST				SET.
	del 12 al 18	del 19 al 25	del 26 al 1	del 2 al 8	del 9 al 15	del 16 al 22	del 23 al 29	del 30 al 6	del 7 al 13	del 14 al 20	del 21 al 27	del 28 al 3	del 4 al 10	del 11 al 17	del 6 al 12	del 13 al 19	del 20 al 26	del 27 al 1	3
ACTIVITATS	set. 1	set. 2	set. 3	set. 4	set. 5	set. 6	set. 7	set. 8	set. 9	set. 10	set. 11	set. 12	set. 13	set. 14	set. 15	set. 16	set. 17	set. 18	set. 19
PROCESAMENT DE LES DADES																			
Anàlisi ambiental																			
Composició de mapes																			
Càlcul d'àrees camp de dunes																			
Càlcul velocitat d'avançament																			
Càlcul velocitat de creixement vertical																			
Anàlisi socioambiental																			
Anàlisi i classificació dades freelisting																			
Anàlisi i classificació dades grups focals																			
Tractament de dades amb el programa ...?																			
ANÀLISI DELS RESULTATS																			
Anàlisi ambiental																			
Anàlisi socioambiental																			
Redacció del informe final																			
Entrega del projecte																			



11. PRESSUPOST

				Quantitat (h)	Preu (€/h)	Subtotal (€)	Total (€)
Recursos humans	Revisió bibliogràfica			218	9	1962	7068
	Treball de camp	Part ambiental	Identificació dels impactes	8	12	96	
			Marcació punts GPS	27	12	324	
			Digitalització de mapes	158	15	2370	
			Mesura del pendent dunar	5	12	60	
		Part socioambiental	Observació participant	23	12	276	
			Free listings	12	12	144	
			Grups focals	23	12	276	
	Redacció de la memòria			156	10	1560	
Recursos materials				52,6			
Desplaçaments				838			
Dietes				400			
Allotjament				366			
Tràmits				239,5			
Subtotal (€)				8964,1			
Total (x3 tècnics)				26892,3			
IVA 18%				31732,914			



zamel12@gmail.com

12. ACRÒNIMS

ABEEólica: Associação Brasileira de Energia Eólica
APP: Área de Preservação Permanente / Àrea de Preservació Permanent
BNDES: Banco Nacional de Desarrollo Económico
CAGECE: Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CHESF: Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
COELCE: Companhia Energética do Ceará
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA/RIMA: Estudo e Relatório de Impacto Ambiental / Estudi d'Impacte Ambiental
FNE: Banco do Nordeste
GPS: Global Positioning System
GWEC: Global Wind Energy Council
IBAMA: Institut Brasiler de Medi Ambient I dels Recursos Naturals
ICEX: Instituto Español de Comercio Exterior
ICTA: Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Especiais
NIB: Nordic Investment Bank
PCH's: minicentrals hidroelèctriques
PROINFA: Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RAS: Relatório Ambiental Simplificado
SEMACE: Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SIG: Sistemes d'Informació Geogràfica
UAB: Universitat Autònoma de Barcelona
UEE: Usina de Energia Eólica
UFC: Universidade Federal do Ceará
UnP: Universidade Potiguar
UTM: Universal Transversal de Mercator
ZCIT: Zona de Convergència Intertropical

13. BIBLIOGRAFIA

- ABEEÓLICA (ASSOCIACIÓN BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA). (2011). "Análise do marco regulatório para a geração eólica no Brasil". *Relatório de Síntese*.
- ALCÂNTARA, A. O. (2009). "A energia eólica no estado do Ceará – A farsa da energia limpa ou da (im)prescindibilidade de EIA/RIMA em zona costeira". Publicat al *Livro de teses do XVIII Congresso nacional do Ministério Público: o Ministério Público como fator de redução de conflitos e construção da paz social*. ACMP. Porto Alegre: Magister, Novembro de 2009.
- AQUASIS – ASSOCIAÇÃO DE PESQUISA E PRESERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS (2003). "A Zona Costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada". Coordenadores: Alberto Alves Campos [et al.]. Fortaleza: AQUASIS. 248 pàg.
- BROWN, K. B. (2011). "Wind power in northeastern Brazil: Local burdens, regional benefits and growing opposition". Revista: *Climate and Development*, vol. 3, n. 4, p. 344-360
- CAMARGO-SCHUBERT. (2001) "Atlas de Potencial Eólico Brasileiro". *Ministerio de Minas y Energía*. 2001.
- CARVALHO NETA, M.L. (2007). "Evolução geomorfológica atual e análise ambiental da foz do rio Jaguaribe, Ceará". Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- DAILY, G.C. (1997). "Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems". Washington D.C.: Island Press.
- ESRI (2006). "Tutorial Arc Map, ArcGis 9". Sistemes d'Informació Geogràfica.
- FONTENELLE, R. E. E DALTRO DE SOUZA, S.. (2006). "A energia eólica do Ceará e o mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto".
- FREIRE PINTO, MARCIA (2009). "Aspectos etnobiológicos na comunidade Sítio Cumbe às margens do estuário do rio Jaguaribe - Aracati – CE". Fortaleza.
- GSÄNGER, S. AND PITTELOU, J. D.. (2012) "Report 2011". *WWEA (World Wind Energy Association)*.
- GWEC (GLOBAL WIND ENRGY COUNCIL) (2011). "Global Wind Report. Annual market update".
- ICEX (INSTITUTO ESPAÑOL DE COMERCIO EXTERIOR). (2008) "Informes sectoriales. El sector de las energías renovables en Brasil". *Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Brasila*.
- IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (2011). "Perfil básico municipal de Aracati".
- JOHN R. MCNEILL. (2000). *Algo nuevo bajo el sol. Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*. Alianza editorial.

- KORMAN (1992). Citat per AIGNEREN (2000). “La técnica de recolección de información mediante grupos focales”. Article publicat a CEO, Revista Electrónica núm. 7. Medellín.
- LAGE, A. C. E BARBIERE, J. C.. (2001). “Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: Uma análise do projeto de energia eólica do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade”.
- LIMA, M. DO C. (2002). “Comunidades pesqueiras marítimas no Ceará: território, costumes e conflitos”. Tese (Doutorado) – FFLCH/USP. São Paulo.
- MANOEL, J., VALENÇA DOS SANTOS, M., CARNEIRO FEITOSA, E. (1999). “Estudo Hidrogeológico da área de captação de Aracati no Sítio Cumbe”. FADE (Fundação para o desenvolvimento da universidade federal de Pernambuco), LABHID (Laboratório de hidrogeologia). Recife.
- MEIRELES J. E ROMERO, P. (1999). “Geomorfologia litoral: una propuesta metodológica sistémica en la llanura costera de Ceara, nordeste de Brasil”. Revista de Geografía. Fortaleza.
- MEIRELES, J. A. SILVA, E.V. I LOPES, P.R. (2006). “Os campos de dunas móveis: fundamentos dinâmicos para um modelo integrado de planejamento e gestão da Zona costeira”. GEOUSP – Espaço e tempo. São Paulo.
- MEIRELES, J.A. (2008). *Impactos ambientais promovidos pela implantação e operação de usinas eólicas em áreas de preservação permanente (APP's) – Os campos de dunas fixas e móveis da planície costeira do Cumbe, Município de Aracati*. Imprès, Fortaleza.
- MEIRELES, J.A. (2009). “Diagnóstico ambiental e alternativas locais para as usinas eólicas [CGE RM Cangalha e CGE RM Boqueirão] projetadas em áreas de preservação permanente na planície costeira de Camocim/CE”. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
- MEIRELES, J. A. (2011). “Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais”. Revista Franco-Brasileira de Geografia: Confins [online]; 11| 2011: número 11. URL: <<http://confins.revues.org/6970>>.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MA (2005). “Ecosystems and Human well-being: wetlands and water Synthesis”. World Resources Institute. Washington, DC.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MA (2010). “Servicios de los ecosistema y bienestar humano: La contribución de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio”.
- PPRA – PROGRAMA DE PROSPECÇÃO E RESGATE ARQUEOLÓGICO DAS USINAS DE ENERGIA EÓLICA UEE BONS VENTOS, UEE ENACEL E UEE CANOA QUEBRADA, MUNICÍPIO DE ARACATI (2009). “Arqueologia nas Dunas, o passado de Canoa Quebrada e Cumbe”. Ceará, Fortaleza.
- QUEIROZ, L. S. (2007). “Na vida do Cumbe há tanto mangue. As influências dos impactos socioambientais da carcinicultura no modo de vida de uma comunidade costeira”. Universidade Federal do Ceará, PRODEMA, Fortaleza. 2007.

- RATTS, ALECSANDRO (2002). “A “fábula das três raças” no Vale do Jaguaribe”. In: *Propostas Alternativas: Vale do Jaguaribe Natureza e Diversidade Cultural – II*, nº 7. Fortaleza: IMOPEC.
- RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO – RAS (2002). “Projeto de implantação do parque eólico Aracati, Ceará”. Fortaleza, Ceará.
- SANTOS DUARTE, P. *et al.* (2006) “Aspectos do Impacto Ambiental dos Parques Eólicos”. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente (NUTEMA).
- SANTOS, ANA MARIA FERREIRA DOS (2008). “Zoneamento geoambiental para uma gestão planejada e participativa: planície costeira do Município de Icapuí/CE”. Dissertação (maestrado). Universidade Federal do Ceará. Centro de ciencias. Departamento de geografia. Fortaleza.
- SEAN WHITTAKER. (2011). “Development banks increasingly drive wind investment in emerging markets”. Dins: *Global Wind Energy Council*.
- SHIAVON, F.. (2009). “Bons Ventos diz que obras não estão suspensas”. Publicat a: *Consultor Jurídico*; URL: <www.conjur.com.br>.
- SÍGOLO, J. B. (2000). “Processos eólicos a ação dos ventos”. Fortaleza.
- SILVA BARBOSA, M. E. (2004). “Aracati (CE) no período colonial: espaço e memória”. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- VIANA, V.P; SANTOS JÚNIOR, V., (2008). *Estúdios arqueológicos na área de intervenção das usinas de energia eólica UEE Bons Venots 50 MW, UEE Canoa Quebrada 57 MW e UEE Enacel 31,5 MW, Município de Aracati – Ceará, Etapa I – prospecção. Volume I Diagnóstico.* – Informe presentat al *Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN)* i a Bons Ventos Geradora de Energia S/A., 135p.

Pagines web

“Aracati historico no seculo XVII”

<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/ceara/aracati.pdf>>

BONS VENTOS GERADORA DE ENERGIA S/A.; última modificació: 2010.

<www.bonsventos.eng.br>

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. (2003). Atlas digital dos Recursos Naturais do Estado do Ceara.

<<http://www.cprm.gov.br/>>

FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS.

<<http://www.funceme.br>>

IPECE – INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÓMICA DO CEARÁ

<<http://www.ipece.ce.gov.br/>>

SRH – SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS.

<<http://www.srh.ce.gov.br/>>

THE WIND POWER. *World and continents capacity*. 2012.

<www.thewindpower.net>

ANNEX I

Pauta de reinvicació dels habitants de Cumbe

PAUTA DE REIVINDICAÇÃO DO CUMBE E CANAVIEIRA

AÇÃO/O QUE? Curto Prazo	QUEM É RESPONSÁVEL?	VALOR DO SERVIÇO?	FONTE/RECURSO?	INÍCIO DA AÇÃO?	FINAL DA AÇÃO?
1- Estrada do Aracati ao Cumbe 12 km, pavimentação/asfalto - Iniciando do dique até a Cagece no Cumbe.					
2- Acesso livre dos moradores e visitantes as dunas, lagoas, praia, cemitério, manguezal, sítios arqueológicos e etc, pela estrada da eólica.					
3- Indenização aos moradores que foram prejudicados pelas obras do parque eólico e linha de transmissão com ou sem documento da propriedade (casas, cercas, quintal, poeira, etc.)					
4- Construção da Ponte do Remanso - braço do Cumbe					
5- Emprego – priorizar as pessoas do Cumbe e Canavieira para realizar os trabalhos na áreas do parque.					
6- Posto de saúde equipado no Cumbe;					
7- Caixa d'água entre as duas comunidades e subsídio de 80% para todos os moradores;					

PAUTA DE REIVINDICAÇÃO DO CUMBE E CANAVIEIRA

Médio Prazo			
8- Praças e creche 01 em cada comunidade, cobertura da quadra de esporte com vestiário, banheiros e arquibancadas no Cumbe;			
9- Casa com equipamentos para estocagem de pescado e marisco no Cumbe;			
10- Museu arqueológico (eco-museu) equipado com as peças que foram levadas pela empresa devidamente identificada e catalogada no Cumbe;			
11- Casa do artesanato e da labirinteira na comunidade do Cumbe;			
12- Recuperação do campo de futebol do Cumbe e Canavieira;			
13- Tombamento do cemitério e sítio arqueológico, permitindo acesso livre das comunidades;			
14- Restauração das áreas degradadas pela carcinicultura, principalmente onde existem viveiros abandonados;			
15- Retirada das cercas de Apps, em manguezais e dunas;			

PAUTA DE REIVINDICAÇÃO DO CUMBE E CANAVIEIRA

Longo Prazo	16- Barco escola, para a comunidade do Cumbe;					
	17- Estudo e demarcação de trilhas ecológicas nas dunas, sítios arqueológicos, monumentos históricos e miguezais na comunidade do Cumbe;					
	18- Subsidiar e fortalecer a promoção de atividades culturais para jovens, adultos e melhoria nas comunidades do Cumbe e Canavieira					
	19- Aplicação dos recursos da compensação ambiental em projetos de desenvolvimento comunitário para as comunidades do Cumbe e Canavieira de acordo com a demanda de cada comunidade durante o período em que estejam instaladas.					
	20- Subsídio de energia elétrica em 80% para as comunidades do Cumbe e Canavieira.					

*Não negociar com o prefeito atual

ANNEX II

Resultats obtinguts en els free listings

Pregunta: *Qual é o significado das dunas para você?*

- **De 15 a 27 años:**

Mujeres:

1. 21 años, secretaria

- Recuerdo histórico:

Antiguamente era un apoyo para el pueblo de Cumbe en la época de lluvia: Cuando llueve mucho la zona donde vive la comunidad se inunda y se llena de barro. Durante este periodo la gente de la comunidad se refugia en barracas que construyen en la zona de dunas.

- Significado espiritual-simbólico:

Leyenda del Rei San Sebastián. Todavía existe gente de la comunidad que dice que a veces escucha su espíritu.

- Coger frutas para consumo propio.

2. 15 años, estudiante

- La importancia es el patrimonio cultural que tienen
- Arqueología
- Andar por las dunas, bañarse a las lagoas (antes)
- Brincar
- Pasear
- Jugar a fútbol

Otros comentarios:

- Ahora ya no tienen acceso a las playas.

3. 18 años, estudiante

- Pasear
- Divertirse
- Baño en las lagoas

Otros comentarios:

- Difícil acceso, porque se necesita permiso de la empresa para pasar.

4. 21 años, dona de casa

- Ir a pasear hacia las lagoas los domingos con las crianzas y tomar baño. (invierno)
- Jugar a futbol.

- La utilidad de las dunas para ella no se ha visto modificada por la instalación del parque.

5. 27 años, dona de casa

- Lagoas para jugar, bañarse
- Lagoas para pescar
- Acceso a la playa

Otros comentarios

- Hay algunas lagoas que todavía van, otras no.
- Antes iban a la playa y ahora ya no.
- A la lagoa de muricí no se puede ir, pero todavía hay gente que va.
- Ellos marcan a que zonas no se puede ir porque hay peligro de ser electrocutado.

Hombres:

6. 21 años, rassuador

- Diversión
- Placer de poder ir en bicicleta hasta la lagoa y tomar baño allí (ahora es prohibido y ya no lo hacen más).
- Para jugar a futbol (ir a brincar con los amigos)
- Como medio de paso para tener acceso a la playa a pescar.

Otros comentarios:

- Antes la gente utilizaba mucho las dunas pero ahora ya no

7. 20 años, garçon

- *Importancia muito grande*
- Pasear
- Jugar a bola
- Tomar baño en las lagoas
- Observar su naturaleza
- Dunas muy limpias, no tienen mosquitos.
- Lugar de paso para llevar los cocos a los sitios turísticos de las dunas.

8. 25 años, empresario

- Tomar baño a las lagoas durante el hibierno
- Como una amenaza, preocupante, van a invadir Cumbe y la gente va a tener que subir a vivir a las dunas.
- Turismo
- Ir por las dunas en moto
- Diversión: noches de luna llena ir a la duna a mirar la salida. Área de diversión.

- Pasear
- Medio de paso para tener acceso a la playa

Otros comentarios:

- Hay dos puntos de vista, uno positivo el otro negativo sobre la utilidad del campo de dunas. El punto de vista positivo es que es un óptimo atractivo para tomar baño a las lagoas. Mientras que el punto de vista negativo es que las dunas están comiendo Cumbe.
- En general la gente de Cumbe no utiliza las dunas, muy poca gente, solo el 5 % de la población.
- Por el no cambio su utilidad de las dunas desde la instalación del parque eólico.
- En general, el hace pocas cosas
- La instalación del parc suposa per ell:
 - Positiu: ahora puede subir al campo de dunas
 - Negatiu: Un poco de impacto visual
- Por el la llegada de Bons Ventos es positiva i beneficiosa para la comunidad, ya que ahora hay un acceso directo por la estrada que construyó BV, antes era muy difícil acceder al campo de dunas.
- Conflicto entre los buggeros y la empresa BV.
- El no frecuenta las estradas del parque eólico.

9. 24 años, vigilante de Bons Ventos

- Presencia de un sitio arqueológico
- Baño en las lagoas a final de semana

10.17 años, estudiante

- Recolecta de frutas (*mango, murici y cajú*)
- Ir a jugar a futbol
- Tomar baño a las lagoas
- Antes lo utilizaba como a medio de paso para acceder a la playa.
- Comercio (barraca)

• **De 27 a 39 años:**

Mujeres:

11. 27 años, profesora Beberibe

- *Extrema importancia para la vida de la comunidad*
- Lazer:
 1. Paseos
 2. Baños de lagoas (invierno)

- Importancia ambiental
- Acceso a la playa.
- Acceso a Canoa Quebrada

Otros comentarios:

- Las personas de la comunidad se han acostumbrado a vivir en este ambiente (personas ligadas).
- No tiene tiempo para ir a las dunas (a causa del trabajo), pero cuando tiene tiempo todavía va.
- Ha cambiado todo, ahora las personas necesitan autorización.
- Caminas en un área de riesgo
- Cambio la cuestión del paisaje, pero no duele, lo peor es la cuestión de la privacidad.

12. 32 años, marisqueira e comerciante

- *Forma parte de sus vidas*
- Lazer
- Acceso a la playa
- En época de invierno frecuentan las lagoas
- Jugar a fútbol, pasear
- Recoger fruta (murici, cajú...)
- Camino para llegar a las playas y a los manglares.

Otros comentarios:

- La gente precisa de las dunas para vivir
- Significan su territorio que necesitan para sobrevivir. La gente necesita espacio
- Las dunas significan vida

13. 37 años, dona de casa

- Turismo
- Amenaza para Cumbe (las dunas lo comen todo)
- Iban a recolectar frutos (Cajú)
- Antes paseaban por las dunas e iban a bañarse a las lagoas
- Para ella ahora es sólo un recuerdo, acabó las dunas.
- Iban a la playa pero ahora ya no por miedo.

Otros comentarios:

- Está con miedo de la energía eólica.
- Cuando llegaron BV decían que no había peligro, ahora no va nadie a la playa, hay peligro.
- Nunca más ha ido a la playa.

14. 39 años, cocineira

- *Toda importancia, é nossa vida*
- Ocio los domingos de fiesta
- Ir a recolectar frutas, como por ejemplo cajú.
- Lugar de paso para los pescadores, que para llegar al manglar necesitaban pasar por las dunas.
- Pesca a las lagoas

15. 31 años, caixeira

- *Significan muita coisa*
- Acceso a Canoa Quebrada
- Acceso a la playa
- Tomar baño en las lagoas
- Pegar frutas en las dunas

Otros comentarios:

- El acceso se perdió porque no dejan pasar más.

Hombres:

16. 29 años, servicios generales

- Placer de tomar baño en las lagoas.
- Pasar el día con la familia en las dunas
- Pasear por el morro en bicicleta
- Medio de paso para ir a la playa a pescar o a surfar

Otros comentarios:

- Para él las dunas son las lagoas
- Él prefería el campo de dunas como era antes, porque había más libertad.
- Su uso han cambiado. Ahora ya no realiza ninguna actividad. Ya no va a las lagoas, hay cables por debajo.
- Ahora solo va a la playa.

17. 35 años, comerciante e empresario

- Medio de paso para tener acceso a la playa a pescar o a hacer deporte
- Tomar baño en las lagoas
- Se realiza una actividad turística. Alto potencial turístico (paseo de buggy)
- Jugar a futbol en invierno cuando la arena esta mojada.

Otros comentarios:

- Se usan mas las dunas en época de hiberno
- Cuando BV hicieron la reunión dijeron para los moradores do Cumbe que el acceso sería liberado, pero a la hora de la verdad no es así, tienes que

ser identificado, y esperar mucho hasta que ellos te dejan pasar. Es pesado porque siempre andabas libre y ahora ya no.

- El utiliza otro camino para acceder a la playa, por no tener que esperar mucho.
- Desde la implantación del parque eólico hay menos turistas, porque los buggys no poden llegar al sitio y regresan a Canoa en vez de parar a comer en el Sitio. Hay una estrada, pero es de ellos.
- También hay cosas positivas: la estrada mejoró un poco, escola y una guardería.

18. 38 años, empresario

- Ir a las lagoas a bañarse
- Divertirse
- Pescar a las lagoas
- Barracas en las dunas

Otros comentarios

- No tienen tanta importancia como antes.
- No existe acceso
- Beneficio para la comunidad de la implantación de la usina porque genera empleo.
- Es mayor las mejoras que causaron que lo ruin.

19. 37 años, vigilante Bons Ventos

- Reservorio de agua
- Creación de lagoas
- Baño en las lagoas
- Turismo
- Agresión para el pueblo de Cumbe
- Pesca en las lagoas

Otros comentarios:

- En las lagoas se encuentran peces de agua dulce (como Tilapia) que en el Rio es difícil encontrar.
- Las lagoas cuando tienen agua tienen la virtud de que se puede ir a pescar a todas horas. En cambio la pesca en el rio se hace más difícil cuando la marea es alta y más fácil cuando es baja.

20. 29 años, carpintero

- Punto turístico
- Alto valor paisajístico para la comunidad y para Ceará
- Pasear
- Jugar bola

- Tomar baño a las lagoas
- Antes se podía andar y ahora no.
- Hay gente que recoge arena de las dunas.
- Plantación de fruta (Murici)
- Pesca de Tilapia a la lagoa.

Otros comentarios:

- Beneficio para la comunidad de la implantación de la usina porque genera empleo.

• **De 39 a 51 años:**

Mujeres:

21. 44 años, empresaria

- *No tiene importancia alguna*
- Grande amenaza para Cumbe porque de aquí a poco engullirá a la comunidad.
- Solo tiene importancia para el turismo, por su belleza.
- No frecuenta las dunas

22. 43 años, costurera

- *Era todo para a gente*
- Ir a pasear a la lagoa
- Zona de acceso a la playa
- Ir a coger frutas (murici)

Otros comentarios:

- BV prohibieron andar por las dunas, todo mudo.
- Muchos caminos fueron prohibidos de ir.

23. 49 años, dona de casa

- *Importante por el sitio*
- Zona de acceso a la playa, se iba conduciendo a la playa.
- Ver la posta de sol
- Pasear
- Ir a bañarse a las lagoas
- Brincar

24. 44 años, marisqueira

- *Óptimo para la comunidade*
- Al invierno andan por las dunas (antes)
- Iban a las dunas a bañarse a las lagoas

- Zona de acceso para ir a la playa (antes)
- Todos los domingos pasaban el día allá, y traían la comida.

Otros comentarios:

- Miedo de andar en las dunas
- Los de la eólica provocan el miedo y la gente ya no va más a la playa.

25. 44 años, dona de casa

- Pasear por las dunas (cuando el invierno es bueno)
- Tomar baño a las lagoas
- Jugar a pilota

Otros comentarios:

- Ella todavía va sin ningún problema a tomar baño en las lagoas.
- No está prohibido ir a las lagoas.

Hombres:

26. 39 años, professor

- *Varios significados*
- Función paisajística: Embellecer su comunidad.
- Importancia para los ecosistemas asociados (no es aleatorio que ellas estén aquí) (el manglar depende de las dunas)
- Reservorio natural de agua (agua buena, de calidad) (abastecimiento humano, animales y plantas)
- Culturalmente: (importancia para la población)
 - Sitios arqueológicos (lugar sagrado) (sirve para datar y definir la historia y la geografía del pasado)
 - Era local de caza i recolecta de frutos, todavía hoy se va a coger frutos (en las áreas de dunas fijas, todo y que estas han disminuido) (herencia de los antepasados)
 - Murici
 - Guajiru
 - Sarandunga
 - Balla
 - Mapiru
 - Cajú
- Hoy se utiliza más como lazer, no es un lugar de vivienda permanente:
 - Pasear con la familia
 - Lagoas
 - Niños pequeños:

- Jugar
 - Fútbol (invierno, muy presente en Brasil) (local de práctica de deporte)
 - Carretilla
- Lavar ropa (antes mucho, iban cada sábado y pasaban el día allí lavando ropa, ahora algunas personas todavía lo hacen).
 - Historias y memorias de las dunas: que forman parte de la zona. Ejemplo: Rei Sebastián de Portugal. (memoria popular del pueblo)
 - Área de las dunas para la construcción de las casas (todavía se usa mucho)
 - Leña para cocinar (hay algunas personas que todavía usan, poquísimas personas)
 - Abrigan a diversas especies de animales (insectos, pájaros)→ las propias personas que cuidan animales en la comunidad (caballos, vacas, burros) utilizan las dunas en invierno para protegerse, dormir, beber agua de las lagoas.
 - Cuestión de las inundaciones que existían en el Rio Jaguaribe, era un lugar seguro, protección. Morada temporaria, en invierno.
 - Principal fuente de abastecimiento de agua de la población de Aracati (50000 a 60000 personas)(desde el 2011 solo abastece a Cumbe) (nunca se secó).
 - Combate las mudanzas climáticas (estratégico)→ Existen indicios de que los niveles de los mares van a aumentar→ Las dunas servirán como refugio.
 - Instalación y producción de los parques de energía eólica.
 - Turismo→ es uno de los pocos ecosistemas de este tipo que existen en el planeta.

Otros comentarios:

- El litoral de Ceará tiene un potencial eólico muy alto.
- Se planteó (al gobierno) aplicar energía eólica para abastecer la población del litoral de Ceará (energía para la comunidad), pero dijeron que este tipo de energía era muy caro y que no se podía hacer → Al final de apropiaron de este potencial las grandes empresas privadas (los empresarios)
- Turismo comunitario (ecoturismo)→ Todos podrían salir beneficiados.
- Mayor parque de producción de energía de Ceará.
- La comunidad no tubo participación ni una en la instalación del parque de energía eólica. Parece que los invasores son las personas de la comunidad.
- El parque no se tendría que haber situado en el área de dunas mas frecuentada por las comunidades vecinas (área sud del campo de dunas, parque ENACEL). Tendrían que haber hecho un estudio previo.

- Tendrían que haber habilitado infraestructuras para hacer posible la instalación del parque sin prejuicios para la comunidad (asfalto de los caminos, canales en las calles para que el agua se escuele por ellos y no vaya a las casas...) (todavía hay personas que están en juicios)
- Tendrían que haber un material de estudios (pesquisas) que demuestran estos problemas.
- Las dunas de manera natural pueden hacer desaparecer Cumbe (en 50 años) → la acción del ser humano puede hacer que se aceleren estos procesos naturales.
- Las maquinas retiran arena hacia delante → eso tiene que acelerar el proceso de avance.

27. 50 años, artesano

- Acceso a la playa.
- Las dunas guardan agua en el subsuelo: Reservorio de agua.
- Belleza paisajística.
- Coger madera muerta para hacer objetos de artesanía.
- En invierno: ir a tomar baño a las lagoas.

Otros caminos

- La empresa decía que el acceso iba a ser libre. Que incluso podrían abrazarse a los aerogeneradores. Y ahora no es así, tiene todo de cables enterrados. Puedes llevarte un choque de energía. Por eso privatizan las unidades que forman el parque.
- El quería ir por un lugar a coger unas piezas de madera... y a causa del parque no puede.
- Tiene lugares que no consiguen ver que hay cables. Algunos sitios que creen que no hay cables y resulta que sí que hay.
- Hicieron una reunión para pedir un camino para llegar a la playa y no la hicieron.
- Ellos tiraron una barraca que había en la costa, enfrente del parque y mandaron que se tirara porque no querían ninguna barraca delante del parque. Aunque ellos no pueden mandar sobre el territorio de delante de la costa, ya que no es propiedad suya.
- Hay pocas personas de la región trabajando en el parque. Se hicieron unos cursos en Fortaleza para formar a trabajadores del parque y no se informó a nadie de la comunidad de Cumbe.

28. 42 años, pedrero

- Ir a tomar baño a las lagoas
- Ir a pasear tanto a pie como en coche.

Otros comentarios:

- Antes la gente tenía libertad de andar por todas las dunas, ahora no pueden porque corren el riesgo de ser electrocutados.

- La empresa también trajo cosas buenas como el camino de Cumbe a Aracti.
- Antes se hacía cachaza en un sitio situado al final de Cumbe que ahora está ocupado por las dunas.
- Hoy en día las dunas están avanzando mucho.
- La empresa quiere parar el avance de las dunas.
- En invierno las dunas avanzan más porque la arena está más suelta.

29. 48 años

- Ir a pescar a las lagoas
- En invierno ir a pasear, tomar baño, la gente va a correr.
- Zona de paso para ir a pescar a la costa, ahora está prohibida la entrada.

30. 42 años, vigilante Bons Ventos

- *Las dunas son naturaleza*
- Un lugar muy bonito
- Es importante preservar la naturaleza

• **De 51 a 63 años:**

Mujeres:

31. 63 años, laberintera

- Ir a pasar el día en invierno
- Pasear los domingos con más gente de la comunidad
- Coger leña para quemar
- Los niños juegan en las dunas
- Coger Fruta (Murici)

Otros comentarios:

- Ya nadie tiene la libertad para hacer uso de las dunas a causa del parque eólico
- Ahora ya no se puede pasear e ir a pasar el día en las dunas.
- Antes iban en carroza a coger leña. Esta leña proviene de árboles que han sido enterrados por las dunas y más tarde, al avanzar la duna, la madera muerta queda descubierta → esta leña es buena para quemar. Ahora ya no pueden, porque no tienen acceso.
- La empresa tiene que ayudar a la comunidad. Si la comunidad necesita algo tiene que pedirlo a la empresa y esta tiene que ayudar.
- En invierno, a las 3 de la tarde las personas iban con la familia a las dunas a pasear y a llevar a los niños a jugar.

- La empresa debería haber proporcionado cursos para la gente de la comunidad para poder trabajar en el parque eólico una vez este fuera instalado.

32. 62 años, costurera

- Pasear
- Tomar baño en los lagos interdunares
- Ir a ver la puesta de sol.

Otros comentarios:

- La gente de la comunidad tiene miedo de andar por las dunas

33. 62 años, dona de casa

- Ella iba a pasear poco por el campo de dunas (ahora ya no a causa de los aerogeneradores)
- Los jóvenes iban a las lagoas a tomar baño, ahora ya no van más porque hay aerogeneradores (el año pasado iban a tomar baño)
- Cuando llueve los jóvenes van a la duna a jugar a fútbol, y este hecho no se ve afectado por el parque eólico porque los campos están lejos de los aerogeneradores.
- Barracas (negocio)
- Loao por la noche en las dunas.

Otras observaciones:

- Ella no tiene nada en contra de BV
- Le ayudaron a reformar la casa
- Nadie de su casa va para las dunas
- Ella no fue a la manifestación (no le gusta) y no podía pasar el camión de Cagece ni nada.

34. 51 años, marisqueira

- *Eu aixó bom*
- Tomar baño a las lagoas
- Lavar ropa a las lagoas
- Acceso playa
- Barracas al lado de la playa

Otros comentarios:

- Está ruin porque ara no se puede andar por el morro, Está prohibido.
- Ahora nadie más va a las lagoas
- BV muy ruin para a gente
- Ahora ya no pasa nadie mas para la playa.
- Mucha gente está enfadada, ya no se puede ir más a las lagoas.

Hombres:

35. 60 años, empresario

- Tomar baño en los lagoas interdunares
- Pasear tanto a pie como en coche
- Observar su belleza natural
- Turismo
- Libertad y privacidad (antes, ahora no tanta)

Otros comentarios:

- Antes tenían más libertad para pasear e ir a tomar baño a los lagos interdunares. Se sentían con más privacidad ya que era una zona desértica y ahora tienen gente circulando constantemente a causa de la presencia del parque eólico. Aún así, todavía existen zonas del área dunar “virgen” donde es posible sentir esta soledad y privacidad.
- El parque trajo mucho beneficio para la comunidad: empleos, estrada, reforma de la iglesia, reforma de las casa.
- La gente más afectada por la construcción del parque fueron indemnizadas, como por ejemplo aquellas que viven en las casas por donde pasan los cables que transportan la electricidad.

36. 57 años, artesano

- coger madera seca y frutos muertos para hacer objetos artesanos para vender (árboles: hortensia, podoi, carnauva, cocos)
- Coger piedras para artesanía
- Pescar en las lagoas
- Tomar baño en las lagoas
- Pasear
- Acceso a la playa

Otros comentarios:

- Ahora es más fácil llegar a la playa gracias a los caminos del parque eólico. Ahora se puede ir en coche o moto (siempre y cuando vayas con el casco y zapatos cerrados).
- Desde la llegada de la empresa el pueblo ha mejorado: han hecho el camino del pueblo. Antes se llenaba toda de lama y no se podía andar.

37. 60 años, pescador

- Las dunas no significan casi nada
- Acceso a la playa

Otros comentarios:

- La empresa ayudó a unos y a otros no y eso generaba conflicto.
- Dio mucho empleo.

38. 59 años, pescador

- Las dunas no tienen ninguna utilidad
- No hay nada que hacer en las dunas y nadie vive en las dunas.
- La duna avanza mucho y acabará ocupando Cumbe. Ya está ocupando tierras que antes servían como cultivo de caña para hacer cachaza y caña de azúcar, coqueros, mangueras, batata...

39. 62 años, carpintero

- Libertad para andar, ahora ya no.
- Acceder al mar caminando por las dunas.

Otros comentarios:

- Ahora más progreso, mejor para el trabajo que generan.
- La implantación no fue ruin.
- Antes la gente caminaba a pie y ahora se puede ir en carro.

ANNEX III

Taules i resultats obtinguts en els dos grups focals

- Grup focal 1:

Taula: Identificació dels serveis ecosistèmics del camp de dunes de Cumbe i els seus canvis, a partir del grup focal en contra del parc eòlic, n=7.

Serveis ecosistèmics	Encara es practiquen?	Dels que es practiquen				Dels que no és practiquen	
		Han canviat?	Com?	Quan?	Perquè?	Des de quan?	Perquè?
1. Caminar	Sí	Sí	Reduint	2009 pel parc eòlic	Reducció de l'àrea	-	-
2. Esports	Sí	Sí	Reduint	2009 pel parc eòlic	Reducció de l'àrea	-	-
3. Bany als llacs interdunars	Sí	Sí	Reduint	2009 pel parc eòlic	Reducció de l'àrea	-	-
4. Pesca als llacs interdunars	Sí	No	-	-	-	-	-
5. Rentar la roba als llacs interdunars	Sí	Sí	Reduint	1990	Accés d'aigua a les cases	-	-
6. Recol·lecta de fruites autòctones	Sí	Sí	-	Vinculat l'hivern	Canvis climàtics que provoquen gran erosió	-	-
7. Caça d'animals	No	Sí	-	-	-	Reducció gradual	Extinció d'animals a causa de l'hàbitat degradat pel parc eòlic
8. Recol·lecta de llenya	Sí	Sí	Reduint	Canvi progressiu	Arribada del gas a les cases ara	-	-
9. Recol·lecta de materials per artesania	Sí	No	-	-	-	-	-
10. Refugi en època d'inundacions	Sí	No	-	-	-	-	-
11. Via d'accés	Sí	Sí	Reduint	2009 pel parc eòlic	Reducció de l'àrea	-	-

Font. Elaboració pròpia.

Per altra banda, només s'han identificat tres serveis ecosistèmics que han sofert un canvi des de la instal·lació del parc eòlic: "oci", "esport" i "via d'accés". Aquests serveis s'han vist modificats a causa de la privatització d'algunes àrees del camp de dunes dominades per l'empresa.

Altrament, els serveis de "pesca" en els llacs interdunars i "recol·lecta de material d'artesania" encara es practiquen i, segons els participants d'aquest

grup focal, no s'han vist modificats. El mateix es creu del camps de dunes com a “refugi” en cas d'inundacions, que es segueix considerant un servei ecosistèmic que no depèn de la instal·lació del parc eòlic.

Pel que fa a la “recol·lecta de fruita”, s'ha vist modificada tot i que la causa no ha estat la presència del parc eòlic. La quantitat d'arbres fruiters ha disminuït a causa dels canvis climàtics que han tingut lloc els últims anys.

Finalment es va identificar una reducció significativa dels serveis “rentar roba” i “recol·lecta de llenya” que, com ja s'ha analitzat en el free listing, la causa va ser l'adaptació a noves tecnologies que permetien tenir accés a aigua i gas a les cases.

- Grup focal 2:

Taula: Identificació dels serveis ecosistèmics del camp de dunes de Cumbe i els seus canvis, a partir del grup focal a favor del parc eòlic, n=10.

Serveis ecosistèmics	Encara es practiquen?	Dels que es practiquen				Dels que no es practiquen	
		Han canviat?	Com?	Quan?	Perquè?	Des de quan?	Perquè?
1. Bany als llacs interdunars	Sí	Sí	Prohibit el bany als llacs interdunars.	2009	A causa de la instal·lació del parc eòlic	-	-
2. Passeig de buggy	Sí	Sí	Empitjorant: el recorregut dels buggys ha canviat.	2009	A causa de la instal·lació del parc eòlic	-	-
3. Materials per artesanía	Sí	No	-	-	-	-	-
4. Agricultura	No		-	-	-	Fa més de 15 anys	Perquè no existeixen més habitants a les dunes
5. Pescar als llacs interdunars	Sí	Sí	Depèn de l'hivern, ara és difícil	Fa 2 o 3 anys (però el 2010 va ser un bon hivern)	Canvi climàtic	-	-
6. Sorra per la construcció	Sí	No	Fins fa 3 anys no s'utilitzava	-	-	-	-
7. Jugar amb la carretilla	Sí	No	-	-	-	-	-
8. Fútbol (hivern)	Sí	Sí	Depèn de l'hivern	-	Canvi climàtic	-	-
10. Via d'accés	Sí	Sí	Ha millorat	2009	A causa de les vistes d'accés del parc eòlic	-	-

Per altra banda, se'n van identificar tres que havien estat afectats per la presència del parc eòlic. En primer lloc, el canvi provocat en el servei "via d'accés" es va considerar positiu, ja que els camins del parc eòlic els permet circular més fàcilment per les dunes. En segon lloc, es van anomenar dos serveis ecosistèmics que havien estat impactats negativament per la presència del parc eòlic. Aquest són "bany en els llacs interdunars" i "passeig en buggy", classificats dins d'"oci" i "turisme", respectivament. Tots dos serveis s'han vist afectats per la prohibició d'accés a algunes zones del camp de dunes que són, actualment, propietat de l'empresa d'energia eòlica.

Altrament, els serveis "pesca" i el servei "jugar a futbol" (inclòs dins d'"oci"), tot i haver-se vist modificats, la causa no s'atribueix a la instal·lació del parc eòlic sinó al canvi climàtic que ha provocat un hivern poc plujós.

Finalment, s'han identificat serveis ecosistèmics que no han estat víctimes de cap canvi com són: "recol·lecta de materials d'artesanía", "recol·lecta de sorra" i "jugar".

ANNEX IV

Cens de la població de Cumbe l'any 2012

SECRETARIA DE ASSISTENCIA A SAUDE / DAS - DATASUS
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAUDE

SIAB - SISTEMA DE INFORMACAO DE ATENCAO BASICA

CONSOLIDADO DAS FAMILIAS CADASTRADAS DO ANO DE 2012

PAG.: 1
VERSÃO: 6.6
DATA: 04/05/2012

MUNICIPIO: ARACATI
SEGMENTO : 02 - RURAL - (ZONA RURAL)
EQUIPE : 0005 - CANOÁ QUEBRADA
MICROAREA: 09 - RESPONSÁVEL : SALETE NASCIMENTO SILVA

Faixa Etária (anos)											
Sexo	< 1	1 a 4	5 a 6	7 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 39	40 a 49	50 a 59	> 60	Total
Masculino	2	17	11	14	27	36	130	37	18	28	320
Feminino	4	24	8	17	33	33	105	27	17	33	301
Numero de Pessoas	6	41	19	31	60	69	235	64	35	61	621
Doenças referidas											
Faixa etaria (anos)	ALC	CHA	DEF	DIA	IME	EPI	HA	HAN	MAL	TE	Faixa etaria (anos)
0 a 14											10 a 19 anos
15 anos e mais	1 0,22		4 0,86	16 3,45			49 10,56				20 anos e mais
Total	1 0,16		4 0,64	16 2,59			49 7,89				Total
CONDICAO REFERIDA											
											OBS
											3
											4,55
											4
											2,20
											7
											2,82
DESTINO DO LIXO											
											No
											117
											75,48
											36
											23,23
											2
											1,29
DESTINO FEIES/URINA											
											No
											146
											94,19
											9
											5,81
TIPO DE CASA											
											No
											139
											89,68
											16
											10,32

Font. Secretaria Municipal de Saude, Aracati.

*Aquest treball
ha estat imprès íntegrament sobre paper reciclat
amb ecoetiqueta ecològica europea.*